

itea

información técnica económica agraria

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO



Volumen 113

Número 3

Septiembre 2017



www.aida-itea.org

itea

Información Técnica Económica Agraria
Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario
www.aida-itea.org

2017- AÑO XLVIII Vol. 113 N.º 3 http://dx.doi.org/10.12706/itea	DIRECCIÓN Y REDACCIÓN Avda. Montañana, 930 50059 ZARAGOZA (ESPAÑA) Tel.: 34-976 716305 Fax.: 34-976 716335 E-mail: cmmarin@aragon.es	Depósito legal: Z-577-82 ISSN: 2386-3765 INO Reproducciones, S.A. Pol. Malpica, calle E, 32-39 (INBISA II, nave 35) 50016 Zaragoza
---	---	---

DIRECTOR: Clara Mª Marín, CITA de Aragón. España
SUBDIRECTOR: Pilar Andreu, EEAD Zaragoza. España
EDITORES CIENTÍFICOS: Alfonso Abecia, Universidad de Zaragoza. España
Alicia Cirujeda, CITA de Aragón. España
Ramón Isla, CITA de Aragón. España
Ana Isabel Sanjuán, CITA de Aragón. España
Albina Sanz, CITA de Aragón. España
EDITOR TÉCNICO: Mireia Blanco, CITA de Aragón. España

COMITÉ DE REDACCIÓN: Javier Álvarez, Universitat de Lleida. España
Jorge Álvaro, EEAD Zaragoza. España
Arancha Arbeloa, EEAD Zaragoza. España
Carlos Calvete, CITA de Aragón. España
Fernando Escriu, CITA de Aragón. España
Cristina Mallor, CITA de Aragón. España
Javier Rodrigo, CITA de Aragón. España

COMITÉ ASESOR: Ricardo Aké, Universidad Autónoma de Yucatán, México • Joaquim Balcells, Universidad de Lleida, España • Carlos Cantero, Universidad de Lleida, España
Mª Elena Daorden, INTA, Argentina • Mª José Díez, Universidad Politécnica de Valencia, España • Miguel Gómez, Cornell University EEUU • Margarita López, Centro de Investigación Agraria "Finca La Orden-Valdesequera", España • Ana Meikle, Universidad de la República, Uruguay • Mª Teresa Muiño, Universidad de Zaragoza, España • Julio Olivera, Universidad de la República, Uruguay • César Revoredo-Giha, SAC, Reino Unido • Ricardo Revilla, España • José Antonio Rubio, ITACYL, España
Pierre Sans, École Nationale Vétérinaire de Toulouse, Francia • Guillermo Studdert, Universidad del Mar del Plata, Argentina • Alfredo Teixeira, Escola Superior Agrária de Bragança, Portugal • Luis Varona, Universidad de Zaragoza, España

ITEA-Información Técnica Económica Agraria aparece indexada en SCI Expanded, Journal Citation Reports/Science Editions, ICYT, CABI, SCOPUS. Prohibida toda reproducción total o parcial sin autorización expresa de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario, Editor titular del copyright. ITEA no se responsabiliza necesariamente de las opiniones vertidas en los artículos firmados que publica, cuya responsabilidad corresponde a sus autores.

<http://www.aida-itea.org/index.php/revista/revista-intro>



Foto y texto: Cristina Mallor Giménez

La alcaparra (*Capparis spinosa* L.), alcaparro o tapenera, es un arbusto originario de las regiones áridas de Asia central u occidental, que fue llevada por los griegos a las islas del Mar Egeo y posteriormente extendida desde ellas a los países de la cuenca mediterránea. La alcaparra se cultiva principalmente por sus botones florales que emite en los brotes del año y que se sitúan en las axilas de las hojas. Una vez cosechadas, antes de la apertura de la flor, y preparadas en salmuera, sal o vinagre, son empleadas como condimento de cocina. El fruto, en forma de baya, tiene un largo pedúnculo, es coriáceo, tiene una forma ovalada y contiene numerosas semillas. Estos frutos, conocidos como alcaparrones o "taparas", también se recolectan en su estado inmaduro, sobre todo los de menor calibre, para su consumo como aperitivo o aderezo en ensaladas. Los tallos tiernos y las hojas, preparados en salmuera o encurtidos en vinagre, ofrecen otro aspecto explotable de las plantas de la alcaparra.

Editorial

¡Nuestra Asociación cumple 50 años! Y tenemos el privilegio de asistir a este acontecimiento en una situación óptima: cumpliendo los fines para los que fue creada y mejorando la presencia en los diferentes ámbitos donde se desenvuelve su actividad, el mundo agrario. Vamos a celebrarlo juntándonos en la inauguración del curso del IAMZ, la entidad anfitriona y amiga que dio origen con sus cursos a esta iniciativa, y un acto central abierto a toda la sociedad en el Salón Aragón del Patio de la Infanta, patrocinado por Ibercaja-Obra Social. En este acto contaremos con la colaboración del Consejero de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón, D. Joaquín Olona Blasco, que ha aceptado amablemente nuestra invitación. Desde aquí invito en nombre de AIDA a nuestros socios y amigos a compartir con nosotros estos actos, así como a todas las personas interesadas en nuestras actividades y en el mundo agrario.

AIDA está sabiendo adaptarse a los cambios de la sociedad y mejorando su presencia, no solo en internet, sino en los mejores portales de información científica y técnica. ITEA-Información Técnica Económica Agraria, la revista de AIDA, aparece incluida en las mejores bases de datos internacionales de revistas científicas: SCI Expanded, Journal Citation Reports/Science Editions, ICYT, CABI y Scopus, siendo una de las pocas revistas indexadas, quizá la única, que publica los trabajos en español. Su impacto se ha multiplicado más de 6 veces desde que fue indexada y la tendencia de crecimiento continúa. En la actualidad el contenido de ITEA se encuentra accesible en open-access y AIDA hace un esfuerzo en volcar a la red los contenidos anteriores, que de otra forma son de difícil acceso. ITEA se publica ininterrumpidamente desde 1970, así que pronto nos citaremos de nuevo para celebrar sus primeros 50 años. Hay que resaltar el buen hacer de los diferentes directores de la revista, de sus editores y de la colaboración de los distintos comités de redacción durante todos estos años.

Desde su fundación AIDA ha pasado por diferentes etapas y circunstancias (50 años dan para mucho) y hemos llegado hasta aquí gracias al apoyo de los socios y al trabajo de las diferentes Juntas que han dirigido su marcha. A todos quiero manifestar nuestra gratitud por su esfuerzo y nuestra voluntad de que esta asociación continúe el cumplimiento de sus objetivos: crear un medio para facilitar la difusión de informaciones técnicas y ayuda profesional entre los asociados, así como contribuir al avance científico y técnico mediante la organización periódica de Jornadas o Seminarios sobre Producción Animal y sobre Producción Vegetal.

Este año se han celebrado las XVII Jornadas sobre Producción Animal, que suman las 45 Jornadas de Estudio de AIDA, con un notable éxito tanto de participación como de contenido científico y técnico. Estas Jornadas son una pieza clave de la actividad de AIDA y en ellas participan estudiantes, técnicos y científicos de todos los ámbitos. Al éxito de las diferentes Jornadas han contribuido decisivamente los diferentes Secretarios de las Jornadas apoyados por sus correspondientes Comités Organizadores. Igualmente reconocemos desde aquí su esfuerzo y dedicación y mostramos nuestro agradecimiento. En lugar de disminuir la importancia de las Jornadas por la posible competencia que da la facilidad de intercambio de información y de relación a través de internet, las Jornadas de Estudio de AIDA complementan estas actividades con la insustituible y enriquecedora relación personal y la interacción en las diferentes sesiones de forma presencial.

Por otra parte, AIDA participa activamente en la sociedad. AIDA forma parte de la Unión de Entidades Españolas de Ciencia Animal (UEECA), creada para agrupar y coordinar a las asociaciones y fundaciones constituidas en España con actividades dedicadas a la I+D de la Ciencia Animal en España y, actualmente, es presidida por una de sus miembros.

Por último quiero mostrar mi confianza en el futuro de la asociación. AIDA e ITEA están dirigidos por equipos muy motivados y eficaces que consiguen alcanzar las metas propuestas y cumplir los objetivos recogidos en sus estatutos, pero para que esto continúe debemos renovarnos permanentemente e incorporar savia nueva a la asociación y a su gestión. Invitamos desde aquí a los socios a participar en la Junta y en las diferentes actividades que organiza AIDA y a los que todavía no son socios a que consideren su asociación y así formar parte de este proyecto ilusionante.

Juan A. Marín
Presidente de AIDA

Sumario

Producción Vegetal

Normas nutrimentales preliminares para un cultivar criollo de *Capsicum annuum* con base en la técnica de diagnóstico de nutrimento compuesto.

Preliminary nutrient norms for a native cultivar of Capsicum annuum on the basis of the compositional nutrient diagnosis approach.

J.L. Ríos-Plaza, R.D. Valdez-Cepeda, C. Vázquez-Vázquez, I. Orona-Castillo, M.A. Gallegos-Robles, J.A. Ramírez-Ibarra y J.L. García-Hernández

216

Producción Animal

Agentes causales de intoxicaciones mortales en ganado bovino en España.

Causal agents of cattle poisoning deaths in Spain.

R. García-Arroyo, A. Quiles, M.L. Hevia y M.P. Míguez

228

Nota técnica: Determinación de índices de similitud entre diversas razas caprinas ibéricas y la Catalana.

Determination of indices of similarity between "Catalan" and other Iberian goat breeds.

P.M. Parés-Casanova

244

Endometritis subclínica en ganado vacuno lechero: etiopatogenia y diagnóstico. Revisión Bibliográfica.

Subclinical endometritis in dairy cattle: etiopathogenesis and diagnosis. Review.

L.A. Quintela, M. Vigo, J.J. Becerra, M. Barrio, A.I. Peña y P.G. Herradón

250

Economía Agraria

La relevancia de las marcas de carne de vacuno para los consumidores. Un análisis interregional.

The role of beef brands for consumers. A cross-regional analysis.

H. Resano y A.I. Sanjuán

267

El impacto de la certificación ambiental Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) en el rendimiento financiero de las empresas agrícolas.

The Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) environmental certification and its impact on agricultural companies' financial performance.

J.A. Cavero-Rubio y A. Amorós-Martínez

287

Normas nutrimentales preliminares para un cultivar criollo de *Capsicum annuum* con base en la técnica de diagnóstico de nutrimento compuesto

J.L. Ríos-Plaza¹, R.D. Valdez-Cepeda², C. Vázquez-Vázquez³, I. Orona-Castillo³, M.A. Gallegos-Robles³, J.A. Ramírez-Ibarra⁴ y J.L. García-Hernández^{3,*}

¹ Doctorado Interinstitucional en Ciencias en Sustentabilidad de los Recursos Agropecuarios. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias – Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Gómez Palacio, Durango, México

² Universidad Autónoma Chapingo, Centro Regional Universitario Centro-Norte, Zacatecas, México. Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Matemáticas, Zacatecas, México

³ Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia. Ej. Venecia, Gómez Palacio, Durango, México

⁴ Doctorado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México

Resumen

Una fertilización óptima es importante para mejorar la nutrición vegetal. Por lo tanto, la generación de normas nutrimentales para cada cultivo en diferentes regiones del mundo es indispensable. A través de la metodología de Diagnóstico de Nutriente Compuesto (DNC) se determinó el valor mínimo de alto rendimiento de fruto maduro en fresco del chile tipo jalapeño cv. 'Tajín', así como los rangos de suficiencia de concentraciones de los macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en el tejido foliar, asociados a las normas nutrimentales. Estas normas se definieron considerando una base de datos (n = 100 observaciones). El rendimiento mínimo de referencia fue de 16,02 Mg ha⁻¹. Los rangos de suficiencia (media ± desviación standard) de los macronutrientes en el tejido foliar fueron: N = 58,44 ± 3,63, P = 3,46 ± 0,22, K = 57,21 ± 3,39, Ca = 24,83 ± 1,99 y Mg = 10,09 ± 0,62 (g kg⁻¹, respectivamente). El rendimiento tiende a depender significativamente de la concentración de Mg. Esto implica que en trabajos futuros se involucre el efecto de este elemento y sus interacciones con otros nutrientes sobre el rendimiento de chile jalapeño cultivar criollo 'Tajín', así como la validación de las normas preliminares propuestas.

Palabras clave: Diagnóstico de Nutriente Compuesto, macronutrientes, rendimiento, foliar, fertilización, chile, ají.

Abstract

Preliminary nutrient norms for a native cultivar of *Capsicum annuum* on the basis of the compositional nutrient diagnosis approach

An optimal fertilization is important for improving plant nutrition. Therefore, generation of nutrient norms for every crop in different regions of the world is an essential issue. The Compositional Nutrient Diagnosis (CND or DNC for its acronym in Spanish) approach was used to estimate the minimum value

* Autor para correspondencia: luis_garher@hotmail.com

<http://doi.org/10.12706/itea.2017.013>

of fresh-mature fruit high-yield for the Jalapeño hot pepper native cultivar 'Tajín' as well as the macronutrient (N, P, K, Ca and Mg) ranges of sufficiency in foliar tissue as linked to the nutrient norms. These norms were defined by using a complete database of $n = 100$ observations. The target yield was 16.02 Mg ha^{-1} . The macronutrient ranges of sufficiency in foliar tissue (mean \pm standard deviation) were: $N = 58.44 \pm 3.63$, $P = 3.46 \pm 0.22$, $K = 57.21 \pm 3.39$, $Ca = 24.83 \pm 1.99$ y $Mg = 10.09 \pm 0.62 \text{ (g kg}^{-1}\text{, respectively)}$. Yield tends to depend on Mg foliar concentration. This implies that future work should involve effects of this element and its interactions with other nutrients on the yield of Jalapeño hot pepper native cultivar 'Tajín' as well as the validation of the proposed CND norms.

Keywords: Compositional Nutrient Diagnosis, macronutrients, yield, foliar, fertilization, hot pepper.

Introducción

El chile es un producto con una tradición milenaria en México (Toledo-Aguilar et al., 2016). Este cultivo ocupa el octavo lugar con un valor generado en la agricultura nacional de 743 millones de dólares americanos y con un volumen de producción promedio de 2,2 millones de toneladas (FIRA, 2014). El fruto de chile contiene metabolitos secundarios (capsaicinoides y vitaminas C, A y E), de manera que es un alimento atractivo e importante en todo el mundo para revertir o prevenir problemas de mala nutrición (Kantar et al., 2016). Sin embargo, el crecimiento de las plantas, el rendimiento y la producción de los metabolitos secundarios en los frutos pueden ser influenciados por la nutrición mineral (Aldana-luit et al., 2015).

En el cultivo del chile, la nutrición vegetal abarca aspectos desde el costo de los fertilizantes hasta las prácticas agronómicas para garantizar altos rendimientos sin contaminar o degradar los recursos agua, suelo y ambiente (Sahin et al., 2014; Olego et al., 2015). Las deficiencias nutrimentales son factores limitantes en la absorción, transporte, síntesis y acumulación de nutrientes de las plantas (Xu y Mou, 2016). Por consiguiente, el entendimiento de estos mecanismos es de vital importancia para mejorar tanto el valor nutricional como el desarrollo y producción de chile (*Capsicum annuum* L.) en distintos ambientes (González-Zamora et al., 2015).

El contar con una composición nutrimental de referencia asociada a altos rendimientos puede ser útil para diagnosticar correctamente el estado nutrimental y recomendar la aplicación adecuada de fertilizantes para no sub o sobre fertilizar. Al respecto, desde hace varios años se han venido realizando estudios con diferentes tipos de chile (García-Hernández et al., 2007). Ya se han definido normas nutrimentales de chile (*C. annuum*), específicamente para los tipos güero o yellow pepper (García-Hernández et al., 2004), pimiento o bell pepper (Arroyo-Vargas et al., 2013), así como de *C. frutescens* (García-Hernández et al., 2007). En esos casos, la técnica usada para desarrollar las normas de referencia fue la de Diagnóstico de Nutriente Compuesto, DNC (CND por sus siglas en inglés – *Compositional Nutrient Diagnosis*), como fue señalado por Parent y Dafir (1992).

La técnica de DNC involucra un procedimiento estadístico robusto para la definición de rangos de suficiencia asociados a una subpoblación de altos rendimientos con base en un valor de rendimiento mínimo. Este procedimiento es una ventaja que tiene la técnica de DNC con respecto a las técnicas Valor Crítico y Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación, entre otras (Khiari et al., 2001; Arroyo-Vargas et al., 2013). Otra ventaja es que permite estimar proporciones multinutrientales que son más representativas de la naturaleza de la composición del tejido vegetal (Khiari et al., 2001). Por consiguiente, el

presente estudio tuvo como objetivos i) calcular las normas nutrimentales basadas en la técnica de DNC para el cultivar criollo 'Tajín' de la especie *C. annuum*, así como ii) identificar las correlaciones significativas entre los nutrientes a través del análisis de componentes principales considerando los índices de DNC y coeficientes de correlación de Pearson.

Material y métodos

Establecimiento del cultivo

Este trabajo se basa en datos obtenidos en una parcela localizada en el Ejido Benito Juárez, municipio de Francisco I. Madero, Coahuila. Esta localidad pertenece a la región conocida como Comarca Lagunera. El sitio se ubica a 1100 m sobre el nivel del mar, latitud 25°55'35,68" N y longitud 103°22'7,4" O. La precipitación pluvial promedio es de 258 mm anuales y la temperatura media anual es de 22,1°C. La evaporación anual media aproximada es de 2396 mm. Los suelos son de aluvión, profundos y arcillosos (García-Hernández et al., 2009).

Antes de la siembra se tomaron 10 muestras de suelo superficial (0-30 cm) para determinar las características físicas y químicas. El suelo es del tipo franco arcilloso de acuerdo a la textura determinada con el método de Bouyoucus (1927), alcalino y de poca salinidad. El contenido de materia orgánica fue de 1,14% según el método de Walkley y Black (Nelson y Sommers, 1996). El pH fue 8,2 estimado al considerar una relación suelo: agua 1:2 (Thomas, 1996). La conductividad eléctrica (CE) fue de 1,47 dS m⁻¹ estimada con un conductímetro marca Horiba, modelo B173. Las cantidades de nutrientes fueron las siguientes: 14 mg kg⁻¹ de N total por el método Kjeldahl (Kjeldahl, 1883); 14 mg kg⁻¹ de P total por el método de Olsen; así como 1,45 meq L⁻¹ de K, 5,2 meq L⁻¹ de Ca y 6,6 meq L⁻¹ de Mg estima-

dos por el método de NH₄OA_c en una relación 1:20 (Thomas, 1996).

El material genético usado fue *Capsicum annuum* cv 'Tajín', el cual es un genotipo criollo de alto rendimiento. La planta típica de este cultivar es compacta y vigorosa; el tamaño de los frutos es uniforme, de mediano a grande; y madura cuando el color es rojo. La superficie sembrada fue de 0,25 ha⁻¹. La siembra se realizó en surcos a doble hilera, con una distancia entre surcos de 1,8 m. La densidad de población fue de 40.000 plantas ha⁻¹. Un sistema de riego por goteo con un suministro de 5 mm de agua por día y acolchado plástico negro para conservación de la humedad fueron involucrados. La distancia entre líneas de riego fue la misma que entre surcos y la distancia entre goteros fue de 0,1 m.

La fertilización aplicada fue 120, 26,22 y 24,9 kg ha⁻¹ de N, P y K, respectivamente, dosificada en 10 fracciones iguales durante el ciclo del cultivo en forma de solución nutritiva mediante el riego de acuerdo a la recomendación de García-Hernández et al. (2007).

Las plagas y enfermedades que se presentaron fueron el picudo del chile (*Anthonomus eugeni*) y cenicilla polvorienta (*Oidiopsis* sp.). El control se hizo con los productos orgánicos Insecta Plus y PHC – Mil stop plus, respectivamente. Ambos son productos certificados por el OMRI (Organic Materials Review Institute).

Muestreo de plantas y análisis foliar

Durante la etapa de floración se recolectaron 100 muestras foliares compuestas tomadas de plantas visiblemente sanas dentro del total del predio. Con la finalidad de no impactar en forma perceptible en la fisiología vegetal al tomar muestras foliares, se toman muestras de 3 plantas contiguas. La muestra compuesta es de 12 hojas tomadas de tres plantas. Las cuatro hojas de cada planta se seleccionan en la parte media de la planta con

características visuales de misma edad (no jóvenes ni viejas). Cada punto de muestreo se seleccionó al azar dentro del predio experimental. Cada planta seleccionada se enumeró del 1 al 100 y las muestras (cuatro hojas de cada planta, incluyendo los peciolo) se tomaron de cada planta enumerada más sus dos vecinas contiguas hacia el norte. Las muestras de follaje fueron lavadas con agua destilada y secadas en estufa hasta peso constante. Cada muestra fue analizada para determinar las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg. El N fue estimado por el método de Kjeldahl (Kjeldahl, 1883). Las concentraciones de K, Ca y Mg se estimaron mediante un espectrofotómetro de absorción atómica (Shimadzu AA-660, Kyoto, Japón) después de la digestión con una mezcla de H_2SO_4 , HNO_3 y $HClO_4$. El P fue analizado colorimétricamente a través del método azul complejo fosfomolibdato.

Las plantas de las cuales se obtuvieron las muestras foliares se usaron para obtener el rendimiento considerando la producción de fruto fresco en tres fechas de cosecha (15 de junio, 5 de julio y 20 de julio). Posteriormente, la base de datos fue conformada con las variables rendimiento y concentraciones de los 5 macronutrientes.

Obtención de normas nutrimentales y correlaciones nutrimentales

Las normas nutrimentales DNC se estimaron a partir del procedimiento teórico-matemático descrito por Khiari et al. (2001), García-Hernández et al. (2009) y Arroyo-Vargas et al. (2013). Para lo cual las concentraciones de los nutrimentos se transformaron a proporciones invariantes (centradas) al dividir las por la media geométrica. Posteriormente, se determinaron los logaritmos de las proporciones centradas $V_N, V_P, V_K, V_{Ca}, V_{Mg}, \dots, V_{Rd}$. Para luego calcular las proporciones de varianza $[f_i(V_x)]$ entre grupos de observación asociados a al-

tos y bajos rendimientos considerando el procedimiento de Cate-Nelson. Las dos observaciones con mayor rendimiento formaron el grupo de alto rendimiento y el resto de observaciones el grupo de bajo rendimiento; en la siguiente repetición del proceso (iteración) el grupo de alto rendimiento se formó por tres observaciones. Mientras que el de bajo rendimiento por una observación menos que el grupo de bajo rendimiento asociado a la iteración inicial; y así sucesivamente. Después, el valor de la función de proporción de varianza acumulada $[f_i^c(V_x)]$ se estimó, para cada repetición o paso del proceso (iteración), como la suma de las proporciones de varianza. La función de proporción de varianza acumulada se calculó al considerar la proporción entre la sumatoria de las proporciones de varianza en cada iteración y la sumatoria de las proporciones de varianza de todas las iteraciones (constante), donde resulta una función cúbica útil para comparar la fuerza discriminadora de los logaritmos de las proporciones centradas (V_x) entre los grupos de alto y bajo rendimiento, sobre una escala común. Los puntos de inflexión para diferenciar entre las subpoblaciones de altos y bajos rendimientos fueron determinados después de examinar las seis funciones cúbicas ajustadas al considerar las relaciones entre cada función de varianza acumulada $[F_i^c(V_N), F_i^c(V_P), \dots, F_i^c(V_R)]$ y el rendimiento. Los cálculos se hicieron con el programa Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corp., 2014).

Para la identificación de las correlaciones más importantes entre los nutrientes y el rendimiento (peso fresco del fruto), la matriz de coeficientes de correlación entre los componentes principales y los índices nutrimentales así como la de las variables concentraciones de los nutrientes y rendimiento fueron consideradas. El análisis de componentes principales y la matriz de correlaciones de Pearson se realizaron con el paquete Statistica, versión 10 (StatSoft Inc., 2011).

Resultados y discusión

Rendimiento

Los estimadores básicos de la variable rendimiento fueron: media = 15,52 Mg ha⁻¹, mínimo = 12,34 Mg ha⁻¹, máximo = 19,62 Mg ha⁻¹ y desviación estándar = 1,83 Mg ha⁻¹. Estos valores son similares a los encontrados por García-Hernández et al. (2004) para chile güero (otro tipo de la especie *C. annuum*). Un cultivar de *C. frutescens* presentó un rendimiento máximo de 12,58 Mg ha⁻¹ (García-Hernández et al., 2007). Otro cultivar tipo jalapeño de *C. annuum* presentó un rendimiento máximo de 68,54 Mg ha⁻¹ y promedio de 44,89 Mg ha⁻¹ (Ramírez-Chávez et al., 2016). Estas diferencias de rendimiento entre tipos y cultivares de chile sugieren que los requerimientos de nutrientes difieren entre cultivares y especies de chile y que dependen del ambiente en que se cultivan.

Normas de diagnóstico de nutrimento compuesto

Seis modelos experimentales fueron estimados al considerar la función de proporción de varianza acumulada de cada nutriente y el rendimiento. Los seis modelos [$F_i^c(V_N)$, $F_i^c(V_P)$, $F_i^c(V_K)$, $F_i^c(C_a)$, $F_i^c(Mg)$ y $F_i^c(R_d)$] se aprecian en la Figura 1. Todos los modelos experimentales se ajustaron a un modelo cúbico (Tabla 1). La segunda derivada de cada modelo cúbico permitió estimar los puntos de inflexión; es decir, el punto en el cual la concavidad cambia. A esos puntos se asocian los rendimientos que permiten dividir a la muestra en submuestras de altos y bajos rendimientos. Los valores de rendimiento asociados a los puntos de inflexión para cada nutriente analizado, incluyendo el de Rd se observan en la Tabla 1.

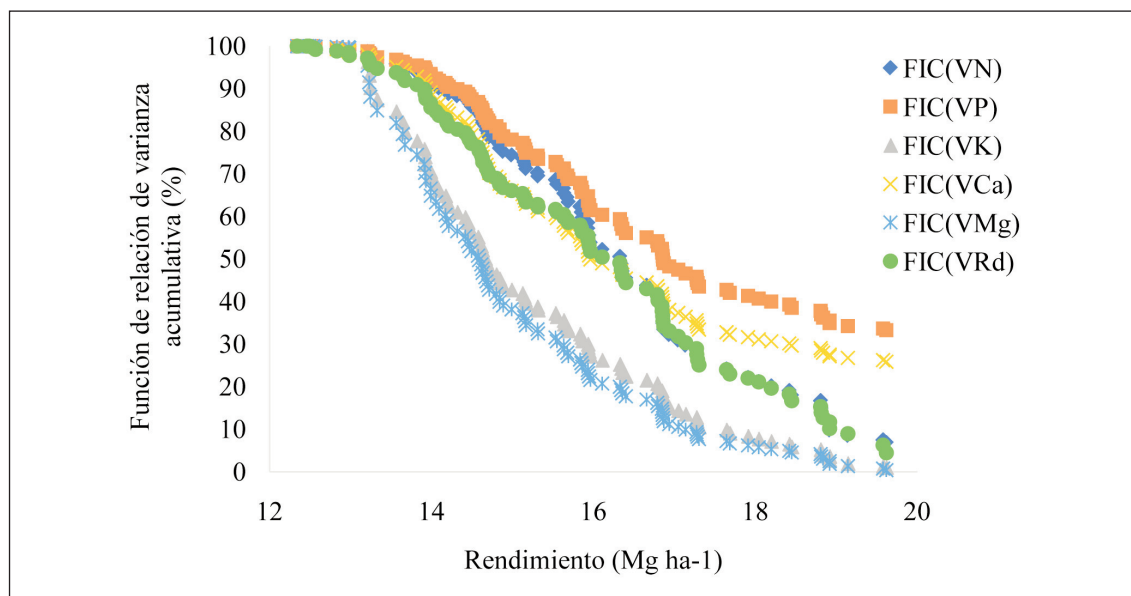


Figura 1. Relaciones cúbicas experimentales entre el rendimiento de *C. annuum* y las proporciones de varianza acumulada en el arreglo S^5 para estimar los puntos de inflexión y los rendimientos críticos para separar a las sub-muestras de alto y bajo rendimiento.

Figure 1. Experimental cubic relationships between yield of *C. annuum* and cumulative variance ratios in the arrangement S^5 to estimate the inflection points and their target yields to separate high- and low-yield sub-samples.

Tabla 1. Modelos cúbicos y rendimiento en los puntos de inflexión para cada función asociada a las proporciones de logaritmos centrados *versus* rendimiento en *Capsicum annuum*, L. en la muestra completa (n = 100)

Table 1. Cubic models and yield in the inflection points for each function associated with centered logarithm proportions *versus* *Capsicum annuum* L. yield in the entire sample (n = 100)

Nutriente	$F_1^c (V_x) = aY^3 + bY^2 + cY + d$	R ²	Rendimiento (Mg ha ⁻¹) en el punto de inflexión (-b/3a)
N	$0,6459Y^3 - 31,046Y^2 + 476,72Y - 2269,9$	0,9951	16,022
P	$0,5138Y^3 - 24,292Y^2 + 367,28Y - 1698,4$	0,9957	15,759
K	$0,146Y^3 - 4,8976Y^2 + 28,504Y + 228,25$	0,9881	11,200
Ca	$0,4813Y^3 - 21,977Y^2 + 317,47Y - 1372,1$	0,99	15,222
Mg	$0,1001Y^3 - 2,2598Y^2 - 20,09Y + 513,77$	0,9868	7,517
Rd	$0,3462Y^3 - 16,378Y^2 + 240,68Y - 1024,5$	0,9939	15,769

Al respecto, es importante señalar que los rendimientos asociados a los puntos de inflexión que corresponden a K y Mg tienen valores menores al mínimo del rango experimental (12,34 Mg ha⁻¹). Esta situación ha sido identificada como desventaja del procedimiento por otros investigadores (Khiari *et al.*, 2001; Magallanes-Quintanar *et al.*, 2006; García-Hernández *et al.*, 2007; Hernández-Caraballo *et al.*, 2008; Valdez-Cepeda *et al.*, 2013). Esa falla del procedimiento puede ser superada mediante propuestas hechas por Hernández-Caraballo *et al.* (2008) y Valdez-Cepeda *et al.* (2013).

Los índices globales de desbalance nutrimental (DNC r²) se ajustan bien a una distribución acumulada de X² (Figura 2) de forma similar a la reportada por Arroyo-Vargas *et al.* (2013). Entonces, según la teoría del método es recomendable considerar al valor de rendimiento mayor para ser usado como referencia con el fin de separar las observaciones en dos sub-muestras, una de alto y otra de bajo rendimientos. En este caso, el valor crítico que

se tomó como referencia fue de 16,02 Mg ha⁻¹ asociado al punto de inflexión del modelo cúbico ajustado correspondiente a N. Considerando este resultado, el 34% de las observaciones constituyen la sub-muestra de alto rendimiento.

Las normas preliminares de DNC expresadas como rangos de suficiencia en términos de medias y desviación estándar (asociadas a V_x^* y SD_x^* , respectivamente) para el cultivar criollo 'Tajín' en la Comarca Lagunera se aprecian en la Tabla 2. Los valores de las concentraciones ahí señaladas para cada nutriente corresponden a la composición foliar óptima para un rendimiento mínimo de 16,02 Mg ha⁻¹. La concentración media de P es menor que la estimada por Arroyo-Vargas *et al.* (2013) para Chile pimiento mientras que las concentraciones medias de los otros 4 nutrientes son mayores. Esto sugiere que los requerimientos de los dos genotipos de *C. annuum* son diferentes, aunque el caso del presente estudio se realizó en campo y el de Arroyo-Vargas *et al.* (2013) se hizo en invernadero.

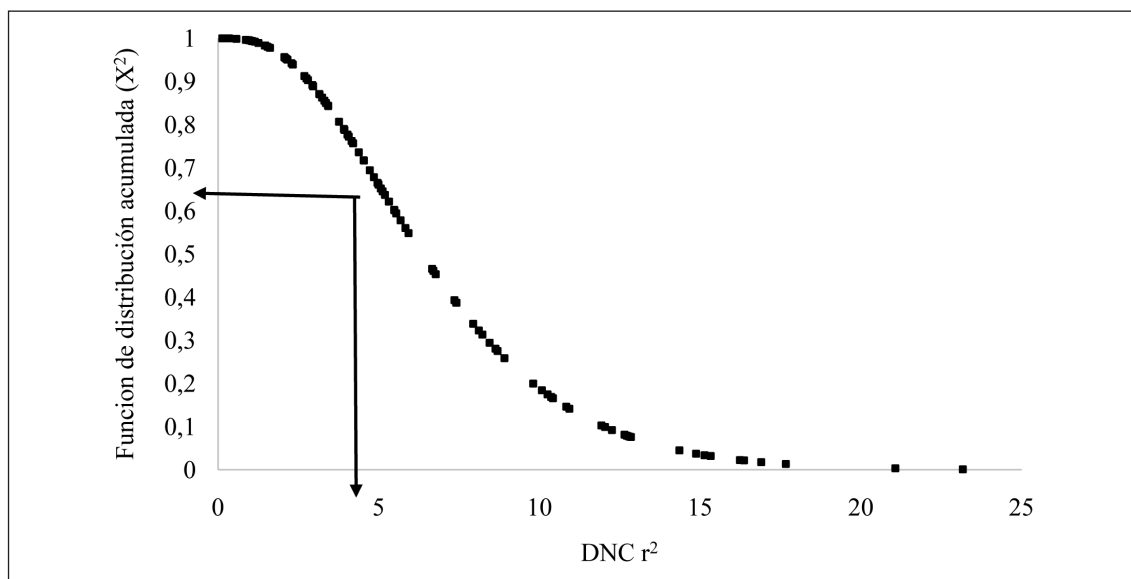


Figura 2. Función de distribución acumulada de X^2 con 5 grados de libertad para obtener el valor crítico teórico de DNC r^2 en el arreglo S^5 asociado al 66% de la muestra (sub-muestra de bajo rendimiento).

Figure 2. Cumulative distribution function of X^2 with 5 degrees of freedom for the theoretical critical value of DNC r^2 in the arrangement S^5 associated with 66% of the sample (low-yield sub-sample).

Tabla 2. Normas preliminares (Media y Desviación Estándar de las Vx^*) de Diagnóstico de Nutriente Compuesto (DNC) para $d = 5$ nutrimentos y rangos de suficiencia (concentración media y desviación estándar en *C. annuum* L. Cultivar criollo 'Tajín' en la Comarca Lagunera con un rendimiento de referencia de 16,02 Mg ha⁻¹

Table 2. Preliminary compositional nutrient norms (DNC) (Mean and standard deviation of Vx^*) for $d = 5$ nutrients and sufficiency ranges (mean concentration and standard deviation) for *C. annuum* L. native cultivar 'Tajín', in the Comarca Lagunera with a target yield of 16.02 Mg ha⁻¹

Proporciones logarítmicas centradas	Media	Desviación Estándar	Nutriente	Media (g kg ⁻¹)	Desviación Estándar (g kg ⁻¹)
VN*	0,46	0,04	N	58,44	3,63
VP*	-2,36	0,04	P	3,46	0,22
VK*	0,44	0,05	K	57,21	3,39
VCa*	-0,39	0,07	Ca	24,83	1,99
VMg*	-1,29	0,06	Mg	10,09	0,62
VRd*	3,14	0,04	Rd	845,97	7,04
ΣVx	0,00	-	-	1000,00	-

Correlaciones entre nutrimentos

El análisis de componentes principales (ACP) se realizó con los índices de DNC considerando tres casos: la muestra completa ($n = 100$), la sub-muestra de alto rendimiento ($n = 35$) y la submuestra de bajo rendimiento ($n = 65$). En el caso de la muestra completa, los primeros dos componentes principales (CP's) explicaron el 71,25% de la varianza total (Tabla 3). En el caso de altos rendimientos, los dos primeros CP's explicaron el 72,50% de la varianza total y para el caso de bajos rendimientos, los dos primeros CP's explicaron el 75,09% de la varianza total.

En el caso de la muestra completa (Tabla 3), el CP1 está positivamente relacionado entre el IN, IP e IK y negativamente con ICa. Esto sugiere que N, P y K se correlacionan positiva-

mente; sin embargo, N, P y K se correlacionan negativamente con Ca; el CP2 es definido por IMg. En el caso de la subpoblación de altos rendimientos, la estructura del CP1 está definida por IN, IP, IK e IMg; entonces, N, P y K se correlacionan de manera positiva entre sí, pero negativamente con Mg; el CP2 está definido por ICa. En el caso de la subpoblación de bajos rendimientos, la estructura del CP1 sugiere que N, P y K se correlacionan positivamente entre sí, pero N, P y K se correlacionan negativamente con Ca; el CP2 es definido por IMg. De manera notoria, las estructuras de los CP1 y CP2 en la muestra completa y en la sub-muestra de bajos rendimientos son definidas por los mismos nutrientes. Esto indica que el Mg puede ser el nutriente más limitante en el presente experimento, aun-

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre los dos primeros componentes principales (CP's) y los índices de DNC para la muestra completa ($n = 100$) y las sub-muestras de alto ($n = 35$) y bajo rendimiento ($n = 65$) para *C. annuum* L. (Criollo 'Tajín')

Table 3. Correlation coefficients between the first two principal components (PC's) and the DNC indexes for the entire sample ($n = 100$) and high- and low- yield subsamples ($n = 35$ and $n = 65$, respectively) for *C. annuum* L. native cultivar 'Tajin'

Índices DNC	Muestra Completa ($n = 100$)		Sub-muestra Alto Rendimiento ($n = 35$)		Sub-muestra Bajo Rendimiento ($n = 65$)	
	PC1	PC2	PC1	PC2	PC1	PC2
IN	0,842	0,091	0,890	0,031	0,839	0,138
IP	0,803	0,241	0,720	-0,346	0,837	0,199
IK	0,739	-0,432	0,788	0,393	0,710	-0,528
ICa	-0,690	-0,374	-0,617	-0,693	-0,746	-0,418
IMg	-0,648	0,722	-0,728	0,252	-0,610	0,755
IRd	-0,629	-0,412	-0,508	0,657	-0,677	-0,357
Varianza Explicada	3,191	1,084	3,099	1,251	3,295	1,211
Proporción del total	53,183	18,071	51,651	20,857	54,916	20,176
Varianza Acumulada	53,183	71,254	51,651	72,508	54,916	75,092

Los valores en negritas corresponden a coeficientes ($\geq 0,7$) que definen la estructura del CP.

que se reconoce que el N es el nutriente que limita más frecuentemente el rendimiento en las hortalizas, tal y como lo aseveran Wei et al. (2015).

Correlaciones entre nutrientes y rendimiento

Las matrices de correlaciones (Tablas 4, 5 y 6) proveen un panorama general del grado en que el rendimiento depende de los nutrientes con base en las correlaciones significativas ($P \leq 0,05$).

En el caso de la base de datos completa ($n = 100$) (Tabla 4), el rendimiento se correlacionó de manera significativa ($P \leq 0,05$) con el Mg. Esto indica que puede ser importante propiciar una concentración de Mg dentro del rango de suficiencia ($10,09 \pm 0,62 \text{ g kg}^{-1}$) asociado a la norma DNC propuesta en las hojas de las plantas de Chile 'Tajín'. Este resultado también implica que el Mg es un nutriente limitante para el cultivar del caso en este tipo de suelo y confirma el resultado del análisis de CP's. Además, las correlaciones significativas

($P \leq 0,05$) entre N y P, N y K, P y K, y Ca y Mg son también positivas. Los nutrientes N, P, K y Ca se correlacionan de manera positiva a $P \leq 0,05$ con Rd (el total de los nutrimentos no determinados); ello significa que conforme su concentración se incrementa, la de Rd disminuye.

En el caso de la sub-muestra de altos rendimientos ($n = 35$) (Tabla 5), el rendimiento no se correlacionó significativamente con algún nutriente. Sin embargo, las correlaciones entre N y P, N y K, y P y K fueron positivas y significativas ($P \leq 0,05$); es decir, si aumenta la concentración de N en la hoja de la planta de Chile 'Tajín', aumentan las de P y K, e inclusive, si aumenta la de P, la de K se incrementa. Además, la correlación significativa entre K y Rd fue positiva e indica que si se incrementa la concentración de K, la de Rd también aumenta. Las correlaciones negativas significativas ($P \leq 0,05$) entre N y Rd, y P y Rd sugieren que si las concentraciones de N y P aumentan la de Rd disminuye.

En el caso de la sub-muestra de bajo rendimiento ($n = 65$) (Tabla 6), las correlaciones positivas significativas ($P \leq 0,05$) son las mismas evidenciadas con la muestra completa, ex-

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre rendimiento (g Planta^{-1}) y concentración de nutrientes (g kg^{-1}) en tejido foliar de Chile 'Tajín' para la muestra completa ($n = 100$)
Table 4. Pearson correlation coefficients (r) between yield (g plant^{-1}) and nutrient concentrations (g kg^{-1}) in foliar tissue of Chile 'Tajín' for the entire sample ($n = 100$)

	Rendimiento	N	P	K	Ca	Mg	Rd
Rendimiento	1,00						
N	0,16 NS	1,00					
P	0,12 NS	0,82*	1,00				
K	0,08 NS	0,69*	0,68*	1,00			
Ca	0,16 NS	-0,01 NS	0,10 NS	0,01 NS	1,00		
Mg	0,20*	0,05 NS	0,17 NS	-0,10*	0,26*	1,00	
Rd	-0,17 NS	-0,89*	-0,84*	-0,89*	-0,21*	-0,11 NS	1,00

* = $P \leq 0,05$.

NS = no significativo.

Tabla 5. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre rendimiento (gramos Planta⁻¹) y concentración de nutrientes (g kg⁻¹) en tejido vegetal de Chile 'Tajin' para la sub-muestra de altos rendimientos (n = 35)
 Table 5. Pearson correlation coefficients (r) between yield (g plant⁻¹) and nutrient concentrations (g kg⁻¹) in foliar tissue of Chile 'Tajin' for the high-yield sub-sample (n = 35)

	Rendimiento	N	P	K	Ca	Mg	Rd
Rendimiento	1,00						
N	-0,14 NS	1,00					
P	-0,16 NS	0,76*	1,00				
K	-0,15 NS	0,80*	0,66*	1,00			
Ca	0,10 NS	0,04 NS	0,23 NS	-0,10	1,00		
Mg	0,10 NS	-0,21 NS	0,07 NS	-0,08 NS	0,23 NS	1,00	
Rd	0,11 NS	-0,92*	-0,81*	-0,88*	-0,29 NS	-0,01 NS	1,00

* = $P \leq 0,05$.

NS = no significativo estadísticamente.

Tabla 6. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre rendimiento (gramos Planta⁻¹) y concentración de nutrimentos (g kg⁻¹) en tejido foliar de Chile 'Tajin' para la sub-muestra de bajos rendimientos (n = 65)
 Table 6. Pearson correlation coefficients (r) between yield (g plant⁻¹) and nutrient concentrations (g kg⁻¹) in foliar tissue of Chile 'Tajin' for the low-yield sub-sample (n = 65)

	Rendimiento	N	P	K	Ca	Mg	Rd
Rendimiento	1,00						
N	0,12 NS	1,00					
P	0,19 NS	0,85*	1,00				
K	0,10 NS	0,66*	0,69*	1,00			
Ca	0,17 NS	-0,07 NS	0,02 NS	0,04 NS	1,00		
Mg	0,23 NS	0,10 NS	0,19 NS	-0,12 NS	0,29*	1,00	
Rd	-0,17 NS	-0,89*	-0,85*	-0,90*	-0,17 NS	-0,12 NS	1,00

* = $P \leq 0,05$.

NS = no significativo estadísticamente.

cepto las correlaciones entre K y Rd, y rendimiento y Mg. Aunque en este último caso, la correlación es significativa a $P \leq 0.063$, lo cual sugiere que al considerar la mayoría de los elementos de la muestra la dependencia del rendimiento sobre la concentración de Mg tiende a ser lineal.

Conclusiones

Las normas preliminares de Diagnóstico de Nutrimiento Compuesto propuestas como medias y desviación estándar (VX^* y SDX^* , respectivamente) de las proporciones de varianza con un rendimiento mínimo de 16,022 Mg ha⁻¹, como referencia para chile jalapeño cultivar criollo 'Tajín' en la Comarca Lagunera se asocian a los rangos de suficiencia (g kg⁻¹): N: 58,44 ± 3,63, P: 3,46 ± 0,22, K: 57,21 ± 3,39, Ca: 24,83 ± 1,99 y Mg: 10,09 ± 0,62.

El rendimiento tiende a depender significativamente de la concentración de Mg. Esto implica que en trabajos futuros se involucre el efecto este elemento y sus interacciones con otros nutrientes sobre el rendimiento de chile jalapeño cultivar criollo 'Tajín', así como la validación de las normas preliminares propuestas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del Proyecto SEP-CONACYT-CB 257808. Se agradece la colaboración del Sr. Francisco García García, propietario del terreno donde se desarrolló el experimento.

Bibliografía

Aldana-luit JG, Sauri-Duch E, Miranda-Ham ML, Castro-Concha LA, Cuevas-Glory LF, Vázquez-Flota FA (2015). Nitrate promotes capsaicin ac-

cumulation in *Capsicum chinense* immobilized Placentas. BioMed Research International 2015: 1-6. DOI: 10.1155/2015/794084.

Arroyo-Vargas L, Tirado-Torres JL, Volke-Haller VH, Valdez-Cepeda RD (2013). Normas preliminares de diagnóstico de nutrimento compuesto y correlaciones entre nutrimentos y rendimiento en pimiento (*Capsicum annuum* L.). Tropical and Subtropical Agroecosystems 16(1): 69-82.

FIRA (2014). Panorama del Chile en México, abril 2014. Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de Información, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Distrito Federal, México. 2 p.

García-Hernández JL, Valdez-Cepeda RD, Nieto-Garibay A, Beltrán-Morales LF, Magallanes-Quintanar R, Troyo-Diéguez E (2004). Compositional nutrient diagnosis and main nutrient interactions in yellow pepper grown on desert calcareous soil. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 167(4): 509-515.

García-Hernández JL, Valdez-Cepeda RD, Servín-Villagas R, Troyo-Diéguez E, Murillo-Amador B, Rueda-Puente EO, Rodríguez-Ortiz JC, Magallanes-Quintanar R (2007). Interacciones nutrimentales y normas de diagnóstico de nutrimento compuesto en un cultivar semidomesticado de *Capsicum frutescens*. Revista Chapingo Serie Horticultura 13(2): 133-140.

García-Hernández JL, Orona-Castillo I, González-Cervantes G, Valdez-Cepeda RD, Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Fortis-Hernández M, Segura-Castruita M A (2009). Interacciones nutrimentales y normas de diagnóstico de nutrimento compuesto en nogal pecanero (*Carya illinoensis*). Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 141-147.

González-Zamora A, Sierra-Campos E, Pérez-Morales R, Vázquez-Vázquez C, Gallegos-Robles MA, López-Martínez JD, García-Hernández JL (2015). Measurement of capsaicinoids in Chiltepin hot pepper: A comparison study between Spectrophotometric Method and High Performance Liquid Chromatography Analysis. Journal of Chemistry. 2015: 10 p. DOI: 10.1155/2015/709150.

- Hernández-Caraballo EA, Rodríguez-Rodríguez O and Rodríguez-Pérez V (2008). Evaluation of the Boltzmann equation as an alternative model in the selection of the high-yield subsample within the framework of the compositional nutrient diagnosis system. *Environmental and Experimental Botany* 64(3): 225-231.
- Kantar MB, Anderson JE, Lucht SA, Mercer K, Bernau V, Case KA, Le NC, Frederiksen MK, DeKeyser HC, Wong Z, Hastings JC, Baumler DJ (2016). Vitamin variation in *Capsicum* spp. provides opportunities to improve nutritional value of human diets. *PLoS One* 11(8): e0161464.
- Khiari L, Parent EL, Tremblay N (2001). Selecting the high-yield subpopulation for diagnosis nutrient imbalance in crops. *Agronomy Journal* 93(4): 802-808.
- Kjeldahl J (1883). Neue methode zur bestimmung des stickstoffs in organischen körpern. *Zeitschrift für analytische Chemie* 22(1): 366-382.
- Magallanes-Quintanar R, Valdez-Cepeda RD, Olivares E, Pérez O, García-Hernández JL, López JD (2006). Compositional nutrient diagnosis in maize grown in calcareous soil. *J Plant Nutrition* 29(11): 2019-2033
- Microsoft Corp. (2014). Microsoft Excel 2014 (Computer Program Manual). Troy, NY, USA.
- Nelson DW, Sommers LE (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter. En: *Methods of soil analysis part 3 – chemical methods* (Eds. Sparks DL, Page AL, Helmke PA y Loeppert RH), pp. 961-1010. Madison, WI. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
- Olego MA, Cordero J, Quiroga MJ, Sánchez-García M, Álvarez JC, Garcón-Jimeno E (2015). Efecto de la incorporación de leonardita en el nivel de materia orgánica y micronutrientes en un suelo inceptisol dedicado a viña (*Vitis vinifera* L.). *ITEA.-, Información Técnica Económica Agraria* 111(3): 210-226. DOI: itea.2015.014
- Parent LE, Dafir M (1992). A theoretical concept of compositional nutrient diagnosis. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117(2): 239-242.
- Ramírez-Chávez RI, López-Martínez JD, Troyo-Diéguez E, Gallegos-Robles MA, Vázquez-Vázquez C, Ramírez-Ibarra JA, García-Hernández JL (2016). Determinación preliminar de normas e interacciones nutrimentales en chile ancho (*Capsicum annuum* L.) en la Comarca Lagunera. *Nova Scientia* 8(17): 198-218.
- Sahin O, Taskin MB, Kadiouglu YK, Inal A, Pilbeam DJ, Gunes A (2014). Elemental composition of pepper plants fertilized with pelletized poultry manure. *Journal of Plant Nutrition* 37(3): 458-468.
- StatSoft Inc. (2011). *Statistica for Windows (Computer Program Manual)*. StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA.
- Thomas GW (1996). Soil pH and soil acidity. En: *Methods of soil analysis part 3 – chemical methods* (Eds. Sparks DL, Page AL, Helmke PA y Loeppert RH), pp. 475-490. Madison, WI. Soil Science Society of America, American Society of Agronomy.
- Toledo-Aguilar R, López-Sánchez H, Santacruz-Varela A, Valdez-Moctezuma E, López PA, Aguilar-Rincón VH, González-Hernández VA, Vaquera-Huerta H (2016). Characterization of genetic diversity of native 'Ancho' chili populations of Mexico using microsatellite markers. *Chilean Journal of Agricultural Research* 76(1): 18-26.
- Valdez-Cepeda RD, Magallanes-Quintanar R, Blanco-Macías F, Hernández-Caraballo E, García-Hernández JL (2013). Comparison among Boltzmann and cubic models for estimation of compositional nutrient diagnosis standards: *Opuntia ficus-indica* L. case. *Journal of Plant Nutrition* 36(6): 895-910.
- Wei M, Li H, Tang Z, Chen X (2015). Growth and Physiological Response to Nitrogen Deficiency and Re-supply in Leaf-vegetable Sweetpotato (*Ipomoea batatas* Lam). *HortScience* 50(5): 754-758.
- Xu C, Mou B (2016). Responses of spinach to salinity and nutrient deficiency in growth, physiology, and nutritional value. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 141(1): 12-21.

(Aceptado para publicación el 24 de febrero de 2017)

Agentes causales de intoxicaciones mortales en ganado bovino en España

R. García-Arroyo^{1,*}, A. Quiles², M.L. Hevia² y M.P. Míguez³

¹ Veterinario. C/ Cordel de Merinas, 167. 37008. Salamanca (España)

² Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Murcia. Campus Universitario de Espinardo s/n. 30100. Murcia (España)

³ Unidad de Toxicología, Facultad de Veterinaria, Universidad de Extremadura. Avda. de la Universidad s/n. 10003. Cáceres (España)

Resumen

Valorar la importancia de los agentes causales de intoxicación en un país es difícil debido a la falta de datos existentes en este campo. Por este motivo, el objetivo de este trabajo es identificar los agentes causales de mortalidad por intoxicación en el ganado bovino en España y valorar la frecuencia de presentación de cada uno de ellos. El método utilizado es un estudio epidemiológico basado en los datos sobre las muertes por intoxicación en el ganado bovino de una compañía de seguros (2000-2005), diagnosticados por peritos veterinarios que utilizaron la anamnesis, la necropsia y/o las pruebas de laboratorio para certificar la causa de la muerte.

Se identificaron 33 agentes causales diferentes: 20 vegetales y 13 no vegetales. El 72,31% de las muertes las causaron los agentes *vegetales*, siendo la tasa de mortalidad mayor en ganado de carne que en ganado de leche (27,28 vs. 1,17 muertes por 100.000). Destacaron por las mayores tasas de mortalidad en ganado de carne, los *vegetales* con efectos hemotóxicos (13,72 muertes por 100.000) y con efecto nefrotóxico (10,85 muertes por 100.000). Por el contrario, los agentes *no vegetales* provocaron mayor mortalidad en ganado de leche que en ganado de carne (1,38 vs. 0,46 muertes por 100.000) destacando como el principal agente, en ganado de leche, la pulpa de aceituna (0,72 muertes por 100.000).

En conclusión, las causas más importantes de mortalidad por intoxicación en ganado vacuno en España son la ingestión de helecho y de frutos, hojas y brotes de *Quercus*, probablemente debido a que su alta dosis letal permite al ganado consumir ciertas cantidades de estas plantas sin sufrir síntomas de enfermedad, cuando no tienen cubiertas sus necesidades nutritivas.

Palabras clave: Carne, leche, *Pteridium* spp., *Quercus*, taninos.

Abstract

Causal agents of cattle poisoning deaths in Spain

The causative agents of animal poisoning in a country are difficult to assess due to the lack of data in this field. The aim of this work is to identify the causal agents of cattle poisoning deaths in Spain, as well as, to evaluate the frequency of each of them. The method used is an epidemiological study, based on the information of an insurance company about these deaths (2000-2005), certificated by veterinary experts who used the anamnesis, necropsy and/or laboratory tests.

* Autor para correspondencia: rgarcia.arroyo@gmail.com

<http://doi.org/10.12706/itea.2017.014>

A total of 33 different causal agents were identified: 20 vegetal agents and 13 non-vegetal agents. The 72.31% of the deaths were caused by *plants*. The mortality rate was higher in beef cattle than in dairy cattle (27.28 vs. 1.17 deaths per 100,000). The highest mortality rates in beef cattle were caused by plants with hemotoxic effects (13.72 deaths per 100,000), followed by plants with nephrotoxic effects (10.85 deaths per 100,000). By contrast, the non-vegetal agents caused more deaths in milk cows than in beef cattle (1.38 vs. 0.46 deaths per 100,000), highlighting the olive pulp as the main poisoning agent in dairy cattle (0.72 deaths per 100,000).

In conclusion, the most important poisoning death causes of cattle in Spain are ferns and the fruits, leaves and sprouts of oak trees (*Quercus* spp.), probably due to its high lethal dose allows livestock to consume certain amounts of these plants without suffering disease symptoms, when cattle has not covered their nutritional needs

Keywords: Beef, dairy, *Pteridium* spp., *Quercus*, tannins.

Introducción

El ganado bovino constituye un importante recurso como fuente de alimentos de origen animal para el hombre en el mundo, fundamentalmente como productor de carne y de leche, dado que el censo mundial de ganado bovino es de 1.428 millones de cabezas (FAOSTAT 2010). Excluyendo las gallinas, el ganado bovino es el animal doméstico más numeroso de los explotados por el hombre y se emplea para producir alimentos en todos los continentes. Asimismo, las intoxicaciones del ganado son temas de actualidad e interesan tanto a los consumidores, como a diferentes colectivos profesionales y científicos, entre los que destacan los dedicados a la Salud Pública, la Producción Animal o la Sanidad Animal.

Actualmente se conocen numerosos agentes que pueden causar la muerte por intoxicación en el ganado vacuno; sin embargo, resulta difícil valorar la importancia que tiene cada uno de ellos en un país determinado.

Entre los obstáculos que han encontrado los científicos al investigar las intoxicaciones del ganado destaca: la inexistencia de bases de datos públicas donde se registren los casos de intoxicación en animales a nivel estatal, tanto en España como en otros países; el desconocimiento de la cantidad de ganado expuesto a

las intoxicaciones (Blanco, 2012); la falta de costumbre de los ganaderos de hacer diagnósticos *post-mortem* en el ganado; el excesivo tiempo que transcurre, a veces, desde que surgen los primeros síntomas hasta que un profesional sospecha o identifica la intoxicación; así como la tendencia de algunos autores a publicar los casos más llamativos en perjuicio de los más frecuentes (Guitart et al., 2010).

La mayoría de las publicaciones consultadas que ofrecen información epidemiológica sobre las intoxicaciones en ganado vacuno, son estudios retrospectivos sobre los casos diagnosticados en laboratorios de toxicología (Lai et al., 2006; Martínez-Haro et al., 2008) o revisiones sobre casos de intoxicación publicados (Guitart et al., 2010). Pero en ningún caso se ofrecen datos relativos a las tasas de mortalidad de los principales agentes causales de intoxicación en el ganado vacuno en un país.

Por este motivo, se llevó a cabo el presente estudio epidemiológico siguiendo la metodología descrita por García-Arroyo et al. (2015), que utiliza los datos de una compañía de seguros (Agroseguro S.A.), que gestiona de forma exclusiva los seguros agrarios en España. Estos seguros incluyen entre sus garantías, la mortalidad por intoxicación en todas las modalidades de seguro de ganado vacuno reproductor y de cría, y cuyo procedimiento

implica que haya un diagnóstico, hecho por un perito veterinario, cada vez que un ganadero declare un siniestro. Además, hay que resaltar la elevada implantación que tiene esta compañía de seguros, ya que incluye el 19,64% del total del ganado vacuno reproductor y de cría de España, así como el hecho de que dispone de animales asegurados en todo el territorio español, por lo que los datos de la compañía de seguros se considerarán una fuente de información valiosa para solventar algunas de las dificultades que se plantean al hacer estudios epidemiológicos sobre las intoxicaciones del ganado.

De acuerdo con esto, el objetivo de este estudio fue identificar los agentes causales de mortalidad por intoxicación en el ganado vacuno en España, evaluar y comparar la frecuencia con la que provocan mortalidad, así como conocer la influencia de la aptitud productiva del ganado y de la región, a partir de los datos aportados por Agroseguro S.A.

Material y métodos

El trabajo consiste en un estudio epidemiológico descriptivo, observacional y transversal. Los datos se corresponden con las muertes por intoxicación diagnosticadas entre 2000 y 2005 en un censo de 5.720.873 cabezas de ganado bovino aseguradas que representan el 19,64% de la población de ganado vacuno reproductor y de cría de España, respecto a los datos del censo del Anuario de Estadística de 2008 del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA, 2008). No se incluyen los animales de cebo, ni las muertes por toxoinfección (Tabla 1).

Los requisitos para contratar una póliza de seguro de ganado vacuno eran que las explotaciones se hubieran sometido a las dos últimas campañas de saneamiento (obligatorio para todas las explotaciones de ganado vacuno en España), que cumplieran con lo establecido en la normativa en cuanto a mante-

Tabla 1. Censo de ganado bovino reproductor y de cría de España, censo de ganado bovino reproductor y de cría asegurado y porcentaje asegurado en España (2000-2005)
 Table 1. Population of breeding cattle and breeding stock in Spain. Insured cattle population and proportion of insured cattle in Spain (2000-2005)

Año	Censo de reproductores y cría en España	Censo de reproductores y cría asegurado	% asegurado
2000	4.661.220	596.751	12,80
2001	4.866.697	893.541	18,36
2002	4.913.582	1.036.841	21,10
2003	4.938.546	1.057.880	21,42
2004	4.932.621	1.061.895	21,53
2005	4.810.526	1.073.965	22,33

ner identificado individualmente el ganado, e incluir en la póliza de seguro todas las explotaciones de las mismas características que el propietario tuviera en el territorio nacional.

El procedimiento para declarar un siniestro de ganado, consiste en que el tomador del seguro, comunica a la empresa aseguradora que uno o varios animales de su propiedad

han sufrido un incidente que considera amparado por la póliza de seguro contratada. A partir de esta comunicación la empresa aseguradora designa un perito veterinario, para que en un plazo máximo de 72 horas contacte con el asegurado y a continuación lleve a cabo las pruebas necesarias que le permitan hacer un juicio diagnóstico sobre el incidente. Después, tras hacer las comprobaciones documentales pertinentes, el perito juzga si el incidente debe ser indemnizado o no, así como la cuantía. A continuación levanta un acta de tasación que refleja el diagnóstico y en su caso la indemnización, de la que entrega una copia al ganadero y otra a la empresa aseguradora. El acta puede ser aceptada o recurrida, tanto por el ganadero como por la empresa aseguradora, quienes pueden aportar pruebas periciales a petición de parte.

Los datos sobre las muertes por intoxicación se extrajeron de forma anónima de los documentos redactados por peritos veterinarios que hicieron el diagnóstico de "muerte por intoxicación". Estos documentos son iguales en todo el Estado español y recogen la siguiente información: identificación del propietario, identificación y localización de la explotación ganadera, censo de ganado, aptitud productiva, identificación del animal afectado (número de identificación individual, edad, sexo) y el diagnóstico. En el apartado de observaciones, se pueden registrar los signos clínicos, las lesiones, la solicitud de análisis u otra información que el veterinario estime oportuno.

La empresa aseguradora también proporcionó los datos del número de cabezas aseguradas de aptitud cárnica y de aptitud láctea por provincias y por año.

Los métodos utilizados por los peritos veterinarios para hacer el diagnóstico fueron: anamnesis, el reconocimiento de la zona buscando evidencias que sugieran el consumo de plantas o sustancias potencialmente tóxicas, y signos clínicos (5,14%); análisis *post-mortem* (74,94%) basados en el descubrimiento de lesiones y en el hallazgo de restos de tóxicos en el aparato digestivo; y pruebas de laboratorio (19,30%). En el 0,63% de los casos, a través de la documentación manejada, no se pudo determinar qué método utilizó el perito veterinario para hacer el diagnóstico.

Tras la revisión de los documentos, se introdujo en una base de datos la información sobre los diagnósticos, los animales afectados, las características de la explotación ganadera, y los animales asegurados, clasificados por provincias y por aptitud productiva.

Las variables estudiadas fueron: agentes causales y aptitud productiva. Los agentes causales se clasificaron en tres grupos: *vegetales*, *no vegetales* y *de origen desconocido* (Tabla 2 y Tabla 3). A su vez, el grupo de *vegetales* se clasificó en subgrupos, teniendo en cuenta el efecto más representativo que ejercían sobre el organismo en: hemotóxicos, cardiotóxicos, nefrotóxicos, neurotóxicos, fotosensibilizante y "*otros*" que incluye dos casos de muerte por intoxicación debido al consumo de setas. De la misma forma, el grupo de *no vegetales* se clasificó haciendo alusión a su utilidad en: sustancias empleadas en alimentación animal, sustancias utilizadas en labores agrícolas y "*otras sustancias*". La variable aptitud productiva distingue entre ganado productor de carne, que se identifica con el sistema de producción extensivo, y ganado productor de leche, que se asocia con el sistema de producción intensivo.

Análisis estadístico

La medida elegida para valorar la frecuencia de presentación de la mortalidad por intoxicación fue la tasa, entendida como la proporción entre los animales asegurados muertos y el total de los animales asegurados en un periodo de tiempo, expresada con un intervalo de confianza (IC) al 95%.

El ajuste estadístico consistió en realizar un análisis estratificado de la tasa de mortalidad separando el ganado de aptitud cárnica y de aptitud láctea. Como estimador de tendencia central, se utilizó la media aritmética y como medida de dispersión se usó la desviación estándar. La descripción de los resultados se hizo utilizando porcentajes y valores absolutos. Para realizar los contrastes de hipótesis se utilizó el Test Ji cuadrado de Pearson para valores de $n \geq 5$. Las diferencias se consideraron significativas cuando el valor de p era inferior a 0,05. Para hacer el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa SPSS versión 19.0.

Resultados

Se registraron un total de 798 muertes por intoxicación en el periodo estudiado, 628 muertes en ganado de carne en un censo de 1.954.049 animales asegurados (que representa un 9,89% del total de ganado de carne de España) y 170 en ganado de leche cuyo censo fue 3.766.824 animales (que representa un 40,21% del total del ganado de aptitud láctea de España) (MAGRAMA, 2008). La media aritmética de muertes por ganadería afectada fue del 1,86% con una desviación estándar del 2,84% en ganado de carne, y del 1,89% con una desviación estándar del 3,04% en ganado de leche.

Las tablas 2 y 3 muestran la tasa de mortalidad en función de la clasificación de los agentes causales y de la aptitud productiva (carne

o leche). Se identificaron treinta y tres agentes causales diferentes, veinte incluidos en el grupo *vegetales*, que provocaron el 84,87% de las muertes en ganado de carne y el 25,88% en ganado de leche; y trece en el grupo *no vegetales*, que causaron el 1,43% de las muertes en ganado de carne y el 30,59% en ganado de leche. Las muertes causadas por agentes de *origen desconocido* representaron el 13,69% en ganado de carne y el 43,53% en ganado de leche.

En ganado de carne, todas las comparaciones entre las tasas de mortalidad de los grupos de agentes causales presentaron diferencias con significación estadística (χ^2 ; p):

Vegetales vs. No Vegetales
($\chi^2 = 507$; $p < 0,0001$)

Vegetales vs. Origen desconocido
($\chi^2 = 323$; $p < 0,0001$)

No Vegetales vs. Origen desconocido
($\chi^2 = 62$; $p < 0,0001$)

Sin embargo, en ganado de leche, no hubo diferencias con significación estadística en la tasa de mortalidad de los grupos de agentes causales.

Como se puede apreciar en las tablas 2 y 3, la tasa de mortalidad del grupo *vegetales*, fue 23,32 veces mayor en ganado de carne que en ganado de leche. En cambio, la tasa de mortalidad del grupo *no vegetales* resultó menor en ganado de carne que en ganado de leche.

En el grupo *vegetales* (Tabla 2), se encontró mayor variedad de agentes causales en ganado de carne que en ganado de leche (17 vs. 12 agentes causales). Los agentes con efecto hemotóxico causaron la muerte del 50,28% de los casos registrados en vacuno de carne y el 63,63% de los registrados en vacuno de leche. En ambos tipos de ganado, la mayoría de las muertes por agentes con efecto hemotóxico, fueron por consumo de helecho (*Pteridium* spp.), aunque la tasa de mortalidad fue 21,90 veces mayor en ganado de carne

Tabla 2. Tasa de mortalidad (2000-2005) de los agentes causales vegetales en función de la aptitud productiva (carne o leche)
 Table 2. Mortality rate (2000-2005) of vegetal causal agents as a function to insured beef cattle or dairy cows

Grupo / Subgrupo	Agente causal	Muertes en carne (N ¹ : 1.954.049)	Tasa de mortalidad por 100.000 en carne (95% IC)	Muertes en leche (N ¹ : 3.766.824)	Tasa de mortalidad por 100.000 en leche (95% IC)	p (χ^2)
Vegetales		533	27,28 (24,96, 29,60)	44	1,17 (0,82, 1,52)	<0,0001 (869)
Hemotóxicos		268	13,72 (12,08, 15,36)	28	0,74 (0,46, 1,02)	<0,0001 (418)
	Helecho (<i>Pteridium aquilinum</i>)	261	13,36 (11,74, 14,98)	23	0,61 (0,36, 0,86)	<0,0001 (421)
	Plantas cianogénicas	0	0	1	0,03 (-0,02, 0,08)	
	Plantas con Cumarinas	2	0,10 (-0,04, 0,24)	0	0	
	Plantas con Nitratos	3	0,15 (-0,02, 0,32)	4	0,11 (0,01, 0,21)	
	Sorgo (<i>Sorghum spp.</i>)	2	0,10 (-0,04, 0,24)	0	0	
Nefrotóxicos		212	10,85 (9,39, 12,31)	3	0,08 (-0,01, 0,17)	
	Plantas con Taninos (<i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus robur</i>)	201	10,29 (8,87, 11,71)	1	0,03 (-0,02, 0,08)	
	Plantas con Oxalatos (<i>Brasica napa</i>)	11	0,56 (0,23, 0,89)	2	0,05 (-0,02, 0,12)	
Cardiotóxicos		29	1,48 (0,94, 2,02)	4	0,11 (0,01, 0,21)	
	Adelfa (<i>Nerium oleander</i>)	22	1,13 (0,66, 1,60)	2	0,05 (-0,02, 0,12)	
	Ceborrincha (<i>Urginea maritima</i>)	3	0,15 (-0,02, 0,32)	0	0	
	Tejo (<i>Taxus baccata</i>)	4	0,20 (0,00, 0,40)	2	0,05 (-0,02, 0,12)	
Neurotóxicos		21	1,07 (0,61, 1,53)	7	0,19 (0,04, 0,33)	<0,0001 (21)
	Acónitos (<i>Aconitum napellus</i>)	2	0,10 (-0,04, 0,24)	0	0	
	Ballico (<i>Lolium rigidum</i>)	0	0	3	0,08 (-0,01, 0,17)	
	Castañas (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	6	0,31 (0,06, 0,56)	0	0	
	Cicuta (<i>Conium maculatum</i>)	4	0,20 (0,00, 0,40)	0	0	
	Estramonio (<i>Datura stramonium</i>)	0	0	2	0,05 (-0,02, 0,12)	
	Raigras (<i>Lolium perenne</i>)	5	0,26 (0,04, 0,48)	2	0,05 (-0,02, 0,12)	
	Nueza (<i>Bryonia dioica</i>)	1	0,05 (-0,05, 0,15)	0	0	
	Veza (<i>Vicia sativa</i>)	3	0,15 (-0,02, 0,32)	0	0	
Fotosensibilizante		1	0,05 (-0,05, 0,15)	1	0,03 (-0,02, 0,08)	
Otros	Setas	2	0,10 (-0,04, 0,24)	1	0,03 (-0,02, 0,08)	

¹N hace referencia al censo de animales de aptitud cárnica o de aptitud láctea asegurados.

Tabla 3. Tasa de mortalidad (2000-2005) de los agentes causales no vegetales y de origen desconocido en función de la aptitud productiva (carne o leche). N hace referencia al censo de animales de aptitud cárnica o de aptitud láctea asegurados
 Table 3. Mortality rate (2000-2005) of no vegetal and unknown origin causal agents as a function to insured beef cattle or dairy cows

Grupo / Subgrupo	Agente causal	Muertes en carne (N ¹ : 1.954.049)	Tasa de mortalidad por 100.000 en carne (95% IC)	Muertes en leche (N ¹ : 3.766.824)	Tasa de mortalidad por 100.000 en leche (95% IC)	p (χ^2)
No vegetales		9	0.46 (0.16, 0.76)	52	1.38 (1.00, 1.76)	<0.0001 (10)
Alimentación animal		4	0.20 (0.00, 0.40)	33	0.88 (0.58, 1.18)	
	Cobre	0	0	5	0.13 (0.01, 0.25)	
	Pulpa de aceituna	0	0	27	0.72 (0.45, 0.99)	
	Triptófano	1	0.05 (-0.05, 0.15)	0	0	
	Urea	3	0.15 (-0.02, 0.32)	1	0.03 (-0.02, 0.08)	
Labores agrícolas		2	0.10 (-0.04, 0.24)	7	0.19 (0.05, 0.33)	
	Fertilizantes	1	0.05 (-0.05, 0.15)	3	0.08 (-0.01, 0.17)	
	Herbicida	1	0.05 (-0.05, 0.15)	1	0.03 (-0.02, 0.08)	
	Insecticida	0	0	2	0.05 (-0.02, 0.12)	
	Cipermetrina	0	0	1	0.03 (-0.02, 0.08)	
	Organofosforados	0	0	1	0.03 (-0.02, 0.08)	
	Raticida	2	0.10 (-0.04, 0.24)	0	0	
"Otras sustancias"		3	0.15 (-0.02, 0.32)	12	0.32 (0.14, 0.50)	
	Aceite de automoción	0	0	3	0.08 (-0.01, 0.17)	
	Agua residual	1	0.05 (-0.05, 0.15)	4	0.11 (0.01, 0.21)	
	Plomo	0	0	4	0.11 (0.01, 0.21)	
Origen desconocido		86	4.40 (3.47, 5.33)	74	1.96 (1.51, 2.41)	<0.0001 (27)

¹N hace referencia al censo de animales de aptitud cárnica o de aptitud láctea asegurados.

que en ganado de leche. La tasa de mortalidad de los subgrupos de *vegetales* hemotóxicos y nefrotóxicos no presentó diferencias con significación estadística en ganado de carne.

La tasa de mortalidad por plantas con taninos en ganado de carne, fue 343 veces más alta que en ganado de leche, y ligeramente inferior a la tasa de mortalidad por helecho ($\chi^2 = 8$; $p < 0,01$). En ganado de leche, la tasa de mortalidad por plantas con taninos fue equiparable a la de los agentes *vegetales* con tasas de mortalidad más bajas (Tabla 2).

Respecto a los demás subgrupos *vegetales*, en ganado de carne, las tasas de mortalidad de los agentes cardiotoxicos y neurotóxicos no mostraron diferencias entre ellas y fueron menores que las tasas de mortalidad de los agentes hemotóxicos y nefrotóxicos: cardiotoxicos vs. hemotóxicos ($\chi^2 = 192$; $p < 0,0001$); cardiotoxicos vs. nefrotóxicos ($\chi^2 = 139$; $p < 0,0001$); neurotóxicos vs. hemotóxicos ($\chi^2 = 212$; $p < 0,0001$); neurotóxicos vs. nefrotóxicos ($\chi^2 = 157$; $p < 0,0001$) (Tabla 2).

Los agentes neurotóxicos (Tabla 2), destacaron por agrupar la mayor variedad de agentes causales. De ellos, seis afectaron a ganado de carne: acónitos (*Aconitum napellus*) castañas (*Aesculus hippocastanum*), cicuta (*Conium maculatum*), raigrás (*Lolium perenne*), nueza (*Bryonia dioica*) y veza (*Vicia sativa*). Y tres a ganado de leche: ballico (*Lolium rigidum*), estramonio (*Datura stramonium*) y raigrás (*Lolium perenne*).

En ganado de leche las tasas de mortalidad de los subgrupos *vegetales* fueron más homogéneas, solo hubo diferencias entre el subgrupo hemotóxicos y todos los demás subgrupos.

Por otro lado, los agentes causales *no vegetales* (Tabla 3) provocaron mayor mortalidad en ganado de leche que en ganado de carne. Además, se identificaron más agentes causales de mortalidad en ganado de leche (11 vs. 6). En ganado de carne no hubo diferencias esta-

dísticamente significativas entre los subgrupos. En ganado de leche, el subgrupo con mayor tasa de mortalidad fue el de sustancias empleadas en alimentación animal [vs. sustancias empleadas en labores agrícolas ($\chi^2 = 17$; $p < 0,0001$); y vs. "otras sustancias" ($\chi^2 = 10$; $p < 0,002$)]. Destacó como agente con mayor tasa de mortalidad la pulpa de aceituna, que afectó a una sola ganadería durante un solo episodio de intoxicación. No hubo diferencias entre las tasas de mortalidad de los demás agentes causales, ni entre ganado de carne y ganado de leche.

La tabla 4 muestra el número de muertes por intoxicación en función de los grupos de tóxicos establecidos y por Comunidades Autónomas (CCAA). Se diagnosticaron muertes por intoxicación en todas las CCAA de España, excepto en la Comunidad Valenciana. Las muertes causadas por *vegetales* afectaron a 13 de las 17 CCAA y el 92,20% de ellas se localizaron en la mitad norte de España, donde destacaron por mayor porcentaje de muertes Asturias (39,86%), Castilla y León (26,69%), Cantabria (13,17%) y País Vasco (6,59%). Las muertes por *no vegetales* se encontraron en 10 regiones, entre las que destacó Andalucía con el 44,26% de las muertes. Los agentes de origen desconocido constituyeron el segundo grupo por número de intoxicaciones y se registraron muertes atribuidas a este grupo en todas las Comunidades excepto en tres: País Vasco, La Rioja y Comunidad Valenciana.

En la figura 1 se presenta la tasa de mortalidad mensual media en el periodo. En la primera mitad del año es similar en ganado de carne y en ganado de leche [0,77 por 100.000 (IC 95%: 0,08; 1,46) vs. 0,40 por 100.000 (IC 95%: 0,23; 0,57)]. Sin embargo, en la segunda mitad del año, en ganado de leche permanece estable, mientras aumenta en ganado de carne a partir del mes de agosto, para alcanzar una tasa de mortalidad 14,75 veces más alta en octubre que en la primera mitad del año [11,36 por 100.000 (IC 95%: 9,87; 12,38)].

Tabla 4. Número de muertes por intoxicación por grupos de tóxicos y por Comunidades Autónomas (CCAA)
 Table 4. Rate of poisoning deaths by causal agents groups and geographical area

CCAA	Vegetales	No vegetales	Origen desconocido	Total
Andalucía	23	27	12	62
Aragón	4	0	5	9
Asturias	230	1	32	263
Cantabria	76	11	30	117
Castilla La Mancha	0	0	3	3
Castilla y León	154	1	18	173
Cataluña	11	2	10	23
Comunidad Valenciana	0	0	0	0
Extremadura	20	1	3	24
Galicia	4	10	17	31
Islas Baleares	2	5	1	8
Islas Canarias	0	0	19	19
La Rioja	1	2	0	3
Madrid	2	0	1	3
Murcia	0	0	2	2
Navarra	12	0	7	19
País Vasco	38	1	0	39
Total	577	61	160	798

La estacionalidad observada en ganado de carne se debe a la concentración del 94,64% de las muertes por consumo de helecho entre los meses de agosto y de noviembre, y al 82,59% de las muertes causadas por plantas con taninos entre los meses de septiembre y de diciembre.

En la tabla 5 se muestra la tasa de mortalidad por helecho en ganado de carne y en ganado de leche, y por plantas con taninos en ganado de carne, en las regiones de España. Las

regiones más afectadas por la mortalidad por helecho se encontraron en la zona norte de España, destacando las regiones de la cornisa cantábrica: Asturias, Cantabria y País Vasco. La mortalidad por taninos tuvo una distribución territorial más amplia, afectó a once regiones, entre las que destacó Castilla y León por la mayor tasa de mortalidad. Por el contrario, no hubo casos de mortalidad por taninos en los archipiélagos balear y canario, en Castilla La Mancha, en la Comunidad Valenciana, en Galicia y en Murcia.

Tabla 5. Tasa de mortalidad por helecho y por plantas con taninos, por regiones y diferenciando aptitud productiva
 Table 5. Mortality rate by fern and plants with tannins according geographical areas and productive aptitude

	Aptitud productiva	Número de muertes	Censo	Tasa de mortalidad por 100.000 (IC 95%)
Helecho (<i>Pteridium</i> spp.)				
Región				
Asturias	Cárnica	199	379.220	52,48 (45,19; 59,77)
	Láctea	8	458.820	1,74 (0,53; 2,95)
Cantabria	Cárnica	30	148.672	20,18 (12,96; 27,40)
	Láctea	12	408.433	2,94 (1,28; 4,60)
Castilla y León	Cárnica	3	415.521	0,72 (-0,10; 1,54)
	Láctea	1	483.619	0,21 (-0,20; 0,62)
Cataluña	Cárnica	1	208.658	0,48 (-0,46; 1,42)
	Láctea	0	439.665	0
Galicia	Cárnica	0	158.374	0
	Láctea	1	804.336	0,12 (-0,12; 0,36)
Navarra	Cárnica	2	114.602	1,75 (-0,67; 4,17)
	Láctea	0	184.040	0
País Vasco	Cárnica	26	75.945	34,24 (21,08; 47,40)
	Láctea	1	169.723	0,59 (-0,56; 1,74)
Plantas con Taninos				
Región				
Andalucía	Cárnica	1	48.682	2,05 (-1,98; 6,08)
Aragón		3	170.313	1,76 (-0,23; 3,75)
Asturias		1	379.220	0,26 (-0,26; 0,78)
Cantabria		22	148.672	14,80 (8,62; 20,98)
Castilla y León		142	415.521	34,17 (28,55; 39,79)
Cataluña		1	208.658	0,48 (-0,46; 1,42)
Extremadura		13	148.468	8,76 (4,00; 13,52)
Madrid		1	14.905	6,71 (-6,44; 19,86)
Navarra		7	114.602	6,11 (1,59; 10,63)
País Vasco		9	75.945	11,85 (4,11; 19,59)
Rioja		1	40.308	2,48 (-2,38; 7,34)

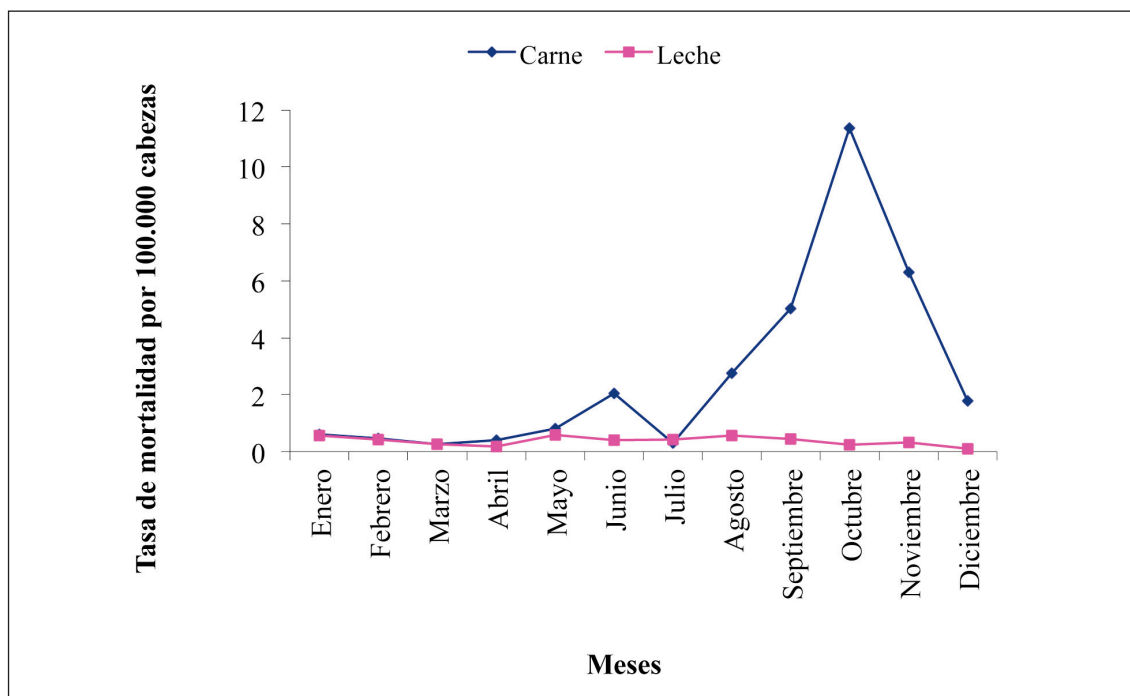


Figura 1. Tasa de mortalidad por intoxicación mensual media en el periodo estudiado (2000-2005) en ganado bovino de carne y de leche.

Figure 1. Mortality rate for monthly mean intoxication in beef and dairy cattle (2000-2005).

Discusión

La naturaleza de los datos utilizados conlleva la realización de un estudio descriptivo, cuyo principal objetivo es aportar información sobre la frecuencia y características de los agentes causales de intoxicaciones mortales en ganado bovino desde una perspectiva innovadora, el ámbito del estado. La falta de control sobre los factores de estudio, es una de las limitaciones que tienen estos trabajos, en los que también es más difícil evaluar las relaciones causa efecto que en los estudios experimentales. Sin embargo, dan pie para plantear hipótesis que se contrasten posteriormente con estudios prospectivos.

Con los datos disponibles no se pudo analizar la frecuencia de la mortalidad por intoxica-

ción tomando como variable la ganadería, ni estudiar el conjunto de animales afectados en cada brote de intoxicación, sólo los que murieron. Aspectos que completarían en gran medida la información aportada. No obstante, consideramos que, a pesar de sus limitaciones, se trata de un trabajo pionero en España, que responde a una demanda de información de la comunidad científica sobre la epidemiología de las intoxicaciones y que contribuye a mejorar el conocimiento actual sobre ellas.

Inicialmente hay que resaltar la elevada proporción del censo de ganado reproductor y de cría de España que representa el censo asegurado, un 19,64%.

El análisis de los datos indica que los agentes *vegetales* provocaron el mayor número de

muerres por intoxicación en el ganado vacuno de carne, debido, probablemente, a que son animales rumiantes cuya base alimenticia son los forrajes obtenidos en pastoreo, por lo que están más expuestos a las plantas tóxicas, que a otros agentes causales de intoxicación. Aspecto que concuerda con Lucena et al. (2010), quienes estudiaron 965 casos de intoxicaciones en el ganado vacuno en Brasil entre los años 1964-2008 e identificaron 26 agentes causales de intoxicación, de los cuales 19 corresponden a plantas. Sin embargo, en el ganado vacuno de leche, que se explota en sistema intensivo sin pastoreo, las tasas de mortalidad por *vegetales* y *no vegetales* no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

El número de plantas con repercusión sobre la mortalidad por intoxicación del ganado vacuno en España, es pequeño, a pesar de que la variedad de plantas tóxicas sea elevada, en torno a 250 plantas según García-Rollán (1986). En el periodo estudiado solo se identificaron 20 agentes *vegetales*, entre los que destacaron dos: el helecho (*Pteridium* spp.) y las plantas que contienen taninos, cuyas intoxicaciones se debieron al consumo de bellotas y brotes de *Quercus*. Lo cual concuerda con lo reportado por Tokarnia et al. (2002), quienes afirmaron que, del total de plantas potencialmente tóxicas para el ganado vacuno en Brasil, solo 75 tenían importancia real desde el punto de vista de la toxicidad. Así mismo, en México, Denogean et al. (2008) identificaron 181 especies de plantas tóxicas y, entre ellas, solo 59 que causarían problemas de intoxicación en el ganado.

De los agentes *vegetales* que causarían intoxicaciones, destacaron los helechos (*Pteridium* spp.) y las plantas con taninos. Entre ambos, provocaron el 86,68% y el 54,54% de las muertes en el ganado vacuno de carne y de leche, respectivamente. En nuestra opinión, estas intoxicaciones se pueden asociar con situaciones de alimentación deficitaria,

provocadas por condiciones climáticas adversas o por una carga ganadera excesiva. Estos aspectos han sido reportados por varios autores como desencadenantes del consumo de plantas tóxicas, tanto en España (González et al., 1999; Frutos et al., 2005), como en otros países [Yeruham et al. (1998) en Israel, Marrero et al. (2001) en Bolivia y Denogean et al. (2008) en México]. En efecto, no es habitual que los animales consuman plantas tóxicas cuando tienen cubiertas sus necesidades nutritivas (Shaw et al., 2006) puesto que los tóxicos que contienen estos vegetales provocan el rechazo por su sabor y olor desagradables (Gastón et al., 2008), cuestión que está en consonancia con los resultados de este estudio, ya que la mayor proporción de muertes por helecho se produjo entre los meses de agosto y de noviembre, que es el periodo de menor producción herbácea en España, a pesar de que la toxicidad del helecho es mayor en los meses de primavera, debido a que la concentración de ptaquilósido es mayor en las partes jóvenes en crecimiento que en las partes maduras, más abundantes en otoño (Panter et al., 2012).

La razón que podría explicar que en situaciones de carestía de alimento haya un mayor consumo de helechos, de bellotas o de hojas y brotes de *Quercus* que de otras plantas tóxicas, es porque éstas tienen una dosis letal alta, lo cual permite que el ganado vacuno pueda consumir cantidades relativamente grandes de dichas plantas sin sufrir los efectos de la intoxicación. Afirmación que se corresponde con lo expuesto por Tokarnia et al. (2002), quienes reportaron la aparición de síntomas intermitentes de hematuria en ganado que llevaba consumiendo cantidades de helecho inferiores a 10 g/Kg de peso vivo durante más de un año. En contraposición con el consumo de otras plantas tóxicas con una menor dosis letal que provocarían la muerte del animal al comer pequeñas cantidades de planta, como ocurre con la cicuta (*Conium maculatum*) que puede matar a una

vaca en menos de 48 horas con una dosis de 3,3 mg/kg de peso vivo (Keeler et al., 1980) o las plantas cianogénicas, que con 2 mg de ácido cianhídrico/kg de peso vivo son suficientes para provocar la intoxicación en rumiantes (Gastón et al., 2008), cuyos consumos son sensiblemente inferiores.

Respecto a los agentes *no vegetales*, destacaron las muertes por consumo de pulpa de aceituna, subproducto de la industria oleícola en cuya extracción se pueden emplear disolventes como el hexano. Esta causa de mortalidad se considera un valor aberrante, ya que hubo un solo episodio de intoxicación, con un número de muertes elevado (27 casos en una ganadería). Los únicos metales identificados fueron el plomo y el cobre, que coinciden con los reconocidos como causas más frecuentes de intoxicación en ganado vacuno por otros autores (Hoff et al., 1998; Vandembroucke et al., 2010).

La baja tasa de mortalidad por plaguicidas, indica que el ganado vacuno está menos expuesto a estas sustancias que otras especies, como las aves rapaces diurnas y los carnívoros silvestres, expuestos a productos utilizados en la lucha contra plagas de roedores (Sánchez-Barbudo et al., 2012) o como los animales de compañía, perros y gatos, quienes probablemente, debido a la convivencia más estrecha con el hombre, corren más riesgo de intoxicación por plaguicidas (Wang et al., 2007; Vandembroucke et al., 2010).

En otro orden de cosas, desde la perspectiva de las circunstancias en las que aparecen las intoxicaciones, éstas se pueden clasificar en intoxicaciones predecibles e impredecibles o accidentales. Las primeras, atendiendo a los resultados obtenidos en este estudio, serían más frecuentes en los sistemas de explotación extensivos y podrían tener relación con circunstancias climáticas adversas que provocan una reducción de la alimentación disponible. Por ello, para prever situaciones de riesgo en relación con el consumo de plantas

tóxicas, se considera necesario mejorar la valoración de los recursos alimenticios de la explotación, aumentar la observación sobre los animales en épocas de riesgo e inspeccionar las praderas en busca de plantas tóxicas mordidas por los animales. Afirmación equiparable a lo reportado por Schrader et al. (2001), que consideraban necesaria la inspección periódica de prados y el control de plantas tóxicas para reducir las intoxicaciones por plantas en rumiantes en el norte y este de Alemania.

Por el contrario, las intoxicaciones impredecibles, de carácter más accidental, entre las que se podrían agrupar todas las muertes provocadas por agentes causales distintos del helecho y de las plantas que contienen taninos, serían más independientes del sistema de explotación. En ellas aparecerían con más frecuencia valores aberrantes, debido a que al ser episodios poco frecuentes de intoxicación y causar un elevado número de muertes, en relación a las bajas tasas de mortalidad que tienen las intoxicaciones en España, sobresalen de forma llamativa en periodos de tiempo cortos. Como por ejemplo, las intoxicaciones por pulpa de aceituna (27 casos en vacuno de leche) o las 22 muertes por consumo de Adelfa (*Nerium oleander*) que se produjeron en un solo suceso en Andalucía, que representan el 91,66% de las registradas en España en el periodo estudiado.

Por lo que respecta, a las diferencias entre regiones en España, en cuanto a las tasas de mortalidad por helecho y por plantas con taninos, se podrían explicar por la existencia de climas diferentes: atlántico, mediterráneo, de montaña y subtropical. Variedad climática que implica la existencia de una diversidad botánica que determina que haya o no exposición al agente causal. Sin embargo, también se han observado diferencias respecto a la tasa de mortalidad por helecho entre regiones con el mismo clima. En concreto entre Asturias, Cantabria y País Vasco que cuentan con clima atlántico. De manera que las dife-

rencias entre regiones también se podrían explicar por otros factores como las diferentes concentraciones de ptaquilósido contenidas en el helecho en función de la disponibilidad de nutrientes, fósforo especialmente, y del pH del suelo (Zaccone et al., 2014); o de la especie de helecho (Pathania et al., 2012), dado que en la península ibérica hay 111 especies diferentes según Salvo (1990).

Así mismo, las diferencias en las tasas de mortalidad por plantas con taninos entre la región de Castilla y León y las demás regiones, podría tener más relación con el consumo de brotes tiernos de *Quercus* en primavera, más ricos en taninos hidrolizables que las partes maduras de la planta (Makkar et al., 1988), ya que en Castilla y León el 21,13% de las muertes por intoxicación por plantas con taninos se produjeron en primavera, mientras en todas las demás regiones solo hubo mortalidad entre los meses de septiembre y de enero.

Por otra parte, se ha demostrado la presencia de ptaquilósido en la carne (Fletcher et al., 2011) y en la leche (Alonso-Amelot et al., 1996) de bovinos que han sido alimentados con helechos. También, como han señalado Shahin et al. (1999), alimentos contaminados con ptaquilósido es probable que aumenten el riesgo de carcinogénesis del tracto digestivo superior.

Por lo tanto, se considera necesario continuar investigando para averiguar si hay relación entre productos contaminados por ptaquilósido (carne o leche) procedentes de vacas que consumen helecho, y la incidencia de cáncer de estómago y cáncer colorrectal en los seres humanos.

Conclusiones

Los resultados indican que los agentes causales de mortalidad por intoxicación que tienen mayor repercusión en el ganado vacuno de

carne en España, con diferencias entre regiones, son el helecho y los frutos, hojas y brotes de *Quercus*, consumidos principalmente al final del verano y en otoño, asociados a una menor disponibilidad de alimento que en otras épocas del año. Probablemente debido a que su alta dosis letal favorece que el ganado consuma ciertas cantidades cuando no tiene cubiertas sus necesidades nutritivas, sin padecer síntomas de enfermedad. Sin embargo, en la mortalidad por intoxicación en ganado de leche no se observa estacionalidad, ni diferencias entre regiones. Semejanza que se podría explicar por la alimentación uniforme que recibe el ganado de leche, durante todo el año en la mayoría de las regiones, con la finalidad de mantener las altas producciones por lactación que se dan en España y una calidad de la leche homogénea.

Por ello, para reducir la incidencia de la mortalidad por intoxicación en explotaciones extensivas en España, se considera necesario mejorar la valoración de los recursos alimenticios de la explotación, aumentar la observación sobre los animales en épocas de riesgo e inspeccionar las praderas en busca de plantas tóxicas mordidas por los animales.

Agradecimientos

A Agroseguro S.A. por suministrar los datos para este estudio.

Conflicto de intereses

Ninguno de los autores de este artículo tiene conflicto de interés económico o personal, con otras personas u organizaciones que puedan influir de manera inapropiada en los contenidos de este documento.

Bibliografía

- Alonso-Amelot ME, Catillo U, Smith BL, Lauren DR (1996). Bracken ptaquiloside in milk. *Nature* 382: 587.
- Blanco FJ (2012). Valores analíticos de ganado vacuno en régimen extensivo expuesto al consumo de helechos. Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid.
- Denogean F, Moreno S, Martín M, Ibarra F (2008). Impacto económico de las plantas tóxicas para el ganado sobre la producción pecuaria en Sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios XII(22)*: 538-549.
- FAOSTAT (2010). Food and Agriculture Organization Statistical Database. Disponible en: <http://faostat.fao.org/beta/es/#data/QA> (3 de mayo de 2012).
- Fletcher MT, Reichmann KG, Brock IJ, McKenzie RA, Blaney BJ (2011). Residue potential of non-sesquiterpene glycoside in tissues of cattle fed Austral bracken (*Pteridium esculentum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(15): 8518-8523. DOI: 10.1021/jl201342t.
- Frutos P, Pérez V, Benavides J, Mantecón AR (2005). Intoxicación del ganado vacuno por el consumo de bellotas, a pesar de las advertencias. *Albénitar* 86: 42-44.
- García-Arroyo R, Míguez MP, Hevia ML, Quiles A (2015). Cattle mortality due to poisoning in Spain: a cross-sectional epidemiological study. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Volume 13, Issue 1, e05-002, 8 pages. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2015131-6613>.
- García-Rollán M (1986). Plantas mortales en España. Colección Agricultura Práctica nº 38. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, Spain. 126 p.
- Gastón S, Bendersky D, Barbera P (2008). Plantas tóxicas de la provincia de Corrientes. Sitio argentino de producción animal. Serie técnica nº 43. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/in/toxicaciones/144-Corrientes.pdf (6 de junio de 2010).
- González M, Mazucchelli F, Blanco J, Parrilla G, González J (1999). Intoxicaciones de origen vegetal en ganado vacuno. *Producción Animal* 140: 32-42.
- Guitart R, Croubels S, Caloni F, Sachana M, Davanzo F, Vandenbroucke V, Berny P (2010). Review. Animal poisoning in Europe. Part 1: Farm livestock and poultry. *The Veterinary Journal* 183(3): 249-254. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2009.03.002>.
- Hoff B, Boermans HJ, Baird JD (1998). Retrospective study of toxic metal analyses requested at a veterinary diagnostic toxicology laboratory in Ontario (1990-1995). *Canadian Veterinary Journal* 39(1): 39-43.
- Keeler R F, Balls LD, Shupe JL, Crowe MW (1980). Teratogenicity and toxicity of coniine in cows, ewes and mares. *Cornell Veterinary* 70: 19-26.
- Lai MW, Klein-Schwartz W, Rodgers GC, Abrams JY, Haber DA, Bronstein AC, Wruk KM (2006). 2005 Annual Report of the American Association of Poison Control Centers' national poisoning and exposure database. *Clinical Toxicology* (Philadelphia, Pa.) 44(6-7): 803-932.
- Lucena R, Pierezan F, Kommers G, Irigoyen L, Figuera R, Barros C (2010). Doenças de bovinos no Sul do Brasil: 6706 casos. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 30(5): 428-434. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2010000500010>
- MAGRAMA (2008). Anuario de Estadística, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/estadistica/pags/anuario/2008/AE_2008_Completo.pdf (22 de mayo de 2009).
- Makkar HPS, Dawra RK, Singh B (1988). Changes in tannin content, polymerization and protein precipitation capacity in oak (*Quercus incana*) leaves with maturity. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 44: 301-307.
- Marrero E, Bulnes C, Sánchez LM, Palenzuela I, Stuart R, Jacobs F, Romero J (2001). *Pteridium aquilinum* (bracken fern) toxicity in cattle in the humid Chaco of Tarija, Bolivia. *Veterinary and Human Toxicology* 43(3): 156-158.
- Martínez-Haro M, Mateo R, Guitart R, Soler-Rodríguez F, Pérez-López M, María-Mojica P, Gar-

- cía-Fernández AJ (2008). Relationship of the toxicity of pesticide formulations and their commercial restrictions with the frequency of animal poisonings. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 69(3): 396-402.
- Panther KE, Welch KD, Gardner DR, Lee ST, Green BT, Pfister JA, Cook D, Davisand TZ and Stegelmeier BL (2012). Poisonous plants of the United States. En: *Veterinary Toxicology: Basic and Clinical Principles* (Ed. Rames C. Gupta 2 th) pp. 1031-1080. Elsevier imprint.
- Pathania S, Kumar P, Singh S, Khatoon S, Rawat AKS, Punetha N, Jensen DR, Lauren DR, Somvanshi R (2012). Detection of ptaquiloside and quercetin in certain Indian ferns. *Current Science* 102, nº 12: 1683-1691.
- Salvo E (1990). *Guía de helechos de la Península Ibérica y Baleares*. Ed. Pirámide. 384 p.
- Sánchez-Barbudo IS, Camarero PR, Mateo R (2012). Intoxicaciones intencionadas y accidentales de fauna silvestre y doméstica en España: diferencias entre Comunidades Autónomas. *Revista de Toxicología* 29: 20-28.
- Schrader A, Schulz O, Völker H, Puls H (2001). Recent plant poisoning in ruminants of northern and eastern Germany. *Communication from the practice for the practice. Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 114(5-6): 218-221.
- Shahin M, Smith BL, Prakash AS (1999). Bracken carcinogens in the human diet. *Mutation Research* 443(1-2): 69-79.
- Shaw RA, Villalba JJ, Provenza FD (2006). Resource availability and quality influence patterns of diet mixing by sheep. *Journal of Chemical Ecology*, 32: 1267-1278.
- Tokarnia CH, Döbereiner J, Peixoto PV (2002). Poisonous plants affecting livestock in Brazil. *Toxicon* 40(12): 1635-1660. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0041-0101\(02\)00239-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0041-0101(02)00239-8).
- Vandenbroucke V, Van Pelt H, de Backer P, Croubels S (2010). Animal poisonings in Belgium: a review of past decade. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift* 79: 259-268.
- Wang Y, Kruzik P, Helsberg A, Helsberg I, Rausch WD (2007). Pesticide poisoning in domestic animals and livestock in Austria: a 6 years retrospective study. *Forensic Science International* 169(2-3): 157-160.
- Yeruham I, Avidar Y, Perl S, Yakobson B, Shlosberg A, Hanji V, Bogin E (1998). Probable toxicosis in cattle in Israel caused by the oak *Quercus calliprinos*. *Veterinary and Human Toxicology* 40(6): 336-340.
- Zaccone C, Cavoski I, Costi R, Sarais G, Caboni P, Traversa A, Miano TM (2014). Ptaquiloside in *Pteridium aquilinum* subsp. *aquilinum* and corresponding soils from the South of Italy: Influence of physical and chemical features of soils on its occurrence. *Science of The Total Environment*. 496: 365-372.

(Aceptado para publicación el 3 de febrero de 2017)

Nota técnica

Determinación de índices de similitud entre diversas razas caprinas ibéricas y la Catalana

P.M. Parés-Casanova*

Departament de Ciència Animal, Universitat de Lleida, Av. Alcalde Rovira Roure, 191. E-25198 Lleida, Catalunya, España

Resumen

A fin de situar la recientemente recuperada “cabra Catalana” en el panorama caprino español, se estudiaron sus relaciones con 8 razas caprinas: Alpina Española, Blanca Andaluza, Negra Serrana, Mesetas, Murciano-Granadina, Malagueña, Pirenaica y Blanca de Rasquera. Se recurrió para ello al análisis cuantitativo de 9 caracteres morfológicos. La distancia entre razas (índice morfológico de distancia) tomó un valor promedio de $20,87 \pm 9,86$, con unos valores extremos de 46,64 entre la Negra Serrana y la Alpina, y 4,79 entre la Negra Serrana y la Blanca Andaluza. El dendrograma obtenido mostró unas agrupaciones muy lógicas si se atiende a los orígenes descritos para cada raza. La Catalana apareció en un clúster junto con los 3 ecotipos de la Blanca de Rasquera, pero diferenciado de ellos, de los que se deduce que no es un mero ecotipo de la Blanca de Rasquera.

Palabras clave: Caprino, conservación, etnología, morfología, razas autóctonas, recursos zoogenéticos.

Abstract

Determination of indices of similarity between “Catalan” and other Iberian goat breeds

With the aim to know the position of “Catalan goat” among Spanish caprines, its relationships with other 8 breeds –Spanish Alpine, *Blanca Andaluza*, *Negra Serrana*, *Mesetas*, *Murciano-Granadina*, *Malagueña*, Pyrenean and *Blanca de Rasquera*– were studied and for this purpose, 9 morphological traits were quantitatively analysed. Distance among breeds (morphological index of distance) presented an average value of 20.87 ± 9.86 , with extreme values of 46.64 between *Negra Serrana* and Alpine breeds, to 4.79 between *Negra Serrana* and *Blanca Andaluza*. The obtained dendrogram showed a quite logical structure considering each breed origin. Catalan breed appeared close to 3 *Blanca de Rasquera* ecotypes, although both were well differentiated by their distances, so it can be concluded that *Catalana* is not a mere *Rasquera* ecotype.

Keywords: Caprine, conservation, ethnology, morphology, autochthonous breeds, zoogenetic resources.

* Autor para correspondencia: peremiquelp@ca.udl.cat
<http://doi.org/10.12706/itea.2017.015>

Introducción

En la conservación de los recursos genéticos, el objetivo principal consiste en preservar la variabilidad dentro de las poblaciones, bajo la hipótesis de existencia de correlación entre la variación genética y la viabilidad de la población (Mujica *et al.*, 2014). Es por ello necesario cuantificar dicha diversidad (entendida como variabilidad), para así poder realizar una mejor y más acertada política de conservación (Mujica *et al.*, 2014).

La Cabra Catalana es una raza propia de Cataluña (NE de España), que se creía que desapareció durante el primer tercio del siglo pasado (Parés-Casanova y Kucherova, 2014). No obstante ello, en 2011 se localizaron unos pocos ejemplares caprinos adultos que respondían marcadamente a la raza (Parés-Casanova y Kucherova, 2014). A raíz de ello, dentro del proyecto "Cultures Trobades" ("Slow Food Terres de Lleida"), se adquirieron 21 animales (19 hembras y 2 machos), que pasaron a formar el núcleo fundacional, localizado actualmente en Vilanova de Meià, Lleida, Cataluña (Parés-Casanova y Kucherova, 2014). El sistema de explotación es totalmente extensivo, pastoreando en terrenos abruptos, de pastos pobres y clima extremo, tratándose pues de una raza perfectamente adaptada al medio en que vive (Parés-Casanova y Kucherova, 2014). Gracias a los estudios que se están llevando a cabo, ha sido también detectadas fuentes históricas de su presencia en zonas prepirenaicas colindantes con Aragón (Ribagorza), en donde presumiblemente se originó la raza. Ello permite afirmar que su distribución en el pasado fue muy amplia, posiblemente delimitada por las cuencas de los ríos Noguera Ribagorzana y Segre.

Desde sus inicios se ha llevado a cabo una completa documentación de la recientemente recuperada raza caprina Catalana, donde se consigna la genealogía y el comportamiento reproductivo y productivo, disponiéndose así

de una base de datos para el manejo y análisis de toda esta información. En cuanto al aspecto de caracterización, y una vez elaborado el prototipo racial, se trabaja actualmente en determinar la posición de la Catalana dentro del gran grupo caprino español, pareciendo claro por los caracteres morfológicos que presenta que debe incluirse dentro del grupo celtibérico. En esta investigación se recurrió a su comparación morfológica con otras razas caprinas españolas, con especial interés en conocer el grado de diferenciación morfológica con la Blanca de Rasquera, raza oficialmente reconocida, del grupo celtibérico (Carné, 2005) y geográficamente próxima.

Señalar finalmente que este trabajo sólo intenta situar la raza Catalana desde el punto de vista de sus relaciones morfológicas con otras razas caprinas españolas, en la línea utilizada en otras especies, como la ovina (Jordana y Ribó, 1991; Parés-Casanova, 2007), bovina (Jordana *et al.*, 1991), e incluso palomos (Parés-Casanova, 2013). Pero otros estudios que aporten información a partir de nuevas fuentes, sobre todo en lo genético, ayudarán indudablemente a resolver los dilemas sobre las relaciones filogenéticas de la raza caprina Catalana.

Material y métodos

Se analizaron las variables morfométricas promedio de 9 razas caprinas: Alpina Española (ALP), Blanca Andaluza (AND), Negra Serrana (SER), Mesetas (MES), Murciano-Granadina (MUR), Malagueña (MAL), Pirenaica (PIR), Blanca de Rasquera (Rasq) y Catalana (CAT). Para la Blanca de Rasquera, se diferenciaron los valores según los tres ecotipos descritos (A: Rasquera y Tivenys; B: Mora d'Ebre, Tivissa, Vandellós y Pratedip; C: Horta de Sant Joan y Bot) (Carné, 2005). Las 9 variables evaluadas fueron: alzada a la cruz, longitud corporal, perímetro torácico, diámetro dorso-

esternal, diámetro bicostal, diámetro bisilíaco, longitud de la grupa, perímetro de la caña y peso vivo, obtenidos a partir de la consulta bibliográfica de fuentes diversas (Aparicio, 1960; Babo, 2000; Fernández *et al.*, 2009), primando las más antiguas –puesto que creemos los autores que estas fuentes originales reflejan mejor el morfotipo primitivo–. Para la Catalana, por la ausencia total de referencias biométricas previas, se utilizaron valores ya publicados (Parés-Casanova y Kucherova, 2015). En la Tabla 1 aparecen los valores considerados para cada raza.

Se obtuvo en primer lugar el coeficiente de correlación cofenético (CCC), que mide la correlación entre las distancias iniciales, tomadas a partir de los datos originales, y las distancias finales con las cuales los grupos se han unido durante el desarrollo del método. Valores altos del CCC indica que durante el proceso no ha ocurrido una gran perturbación en lo que se refiere a la estructura original de los datos (Lara, 2014). Se establecieron posteriormente los índices de similitud entre razas (índice morfológico de distancia, IMD) utilizando el algoritmo de Ward. Este algoritmo se basa en la

Tabla 1. Valores promedios considerados para cada raza: Valores expresados en cm, excepto el peso vivo (PV) (kg)

Table 1. Average values for each breed. All values in cm, except for body weight (PV) (kg)

	ALP	AND	SER	MES	MUR	MAL	PIR	CAT	RasqA	RasqB	RasqC
ACruz	50	75	75	75	68	65	70	79,9	71,4	74,2	74,8
LC	56	86	90	82	68	74	76	76,5	71,1	71,5	70,7
PTor	70	85	86	88	80	84	84	88,2	86,9	90,5	86,0
DDE	32	35	36	35	30	32	32	40,2	34,1	34,6	31,4
DBic	22	25	25	22	18	20	24	17,7	18,3	19,5	17,4
DBis	19	18	20	18	18	18	18	15,8	16,6	16,0	14,7
LGru	21	23	24	22	18	20	23	19,6	20,7	20,4	20,1
PerC	6	8	8	8	8	8	6	9,2	9,6	9,5	8,9
PV	55	65	65	70	60	60	70	56,7	49,2	49,2	49,2

Alpina Española (ALP), Blanca Andaluza (AND), Negra Serrana (SER), Mesetas (MES), Murciano-Granadina (MUR), Malagueña (MAL), Pirenaica (PIR) y Catalana (CAT). Para la Blanca de Rasquera (Rasq), se diferenciaron los valores según los tres ecotipos descritos (A: Rasquera y Tivenys; B: Mora d'Ebre, Tivissa, Vandellós y Prasdip; C: Horta de Sant Joan y Bot). Los valores referidos a: alzada a la cruz (ACruz), longitud corporal (LC), perímetro torácico (PTor), diámetro dorso-esternal (DDE), diámetro bicostal (DBic), diámetro bisilíaco (DBis), longitud de la grupa (LGru), perímetro de la caña (PerC) y peso vivo (PV).

búsqueda de la minimización de la varianza dentro de cada grupo, uniendo clústeres cuando dicha varianza es mínima (Lara, 2014). La distancia elegida fue la euclidiana. Para todos los análisis se recurrió al paquete estadístico PAST (Hammer *et al.*, 2001).

Resultados y discusión

El CCC resultó de 0,856, lo que indica un buen ajuste. El IMD tomó un valor promedio de $20,87 \pm 9,86$ (Tabla 2). En el dendrograma obtenido (Figura 1) las razas presentaron una

Tabla 2. Matriz de índices morfológicos de distancia con los datos obtenidos para las 9 razas de caprinos estudiadas: El valor promedio fue de $20,87 \pm 9,86$

Table 2. Matrix of indices of morphological distances with data from 9 goat breeds studied. Average value was 20.87 ± 9.86

	ALP	AND	SER	MES	MUR	MAL	PIR	CAT	RasqA	RasqB
AND	43,324									
SER	46,648	4,796								
MES	43,186	7,746	10,536							
MUR	25,040	22,847	26,814	21,587						
MAL	27,928	17,692	21,119	17,234	8,544					
PIR	35,071	12,845	16,613	9,747	15,906	12,570				
CAT	41,911	17,075	19,732	16,993	20,124	18,324	20,648			
RasqA	32,282	23,318	26,346	24,214	14,633	13,665	22,894	14,104		
RasqB	36,255	23,113	26,004	23,770	17,692	16,223	23,723	12,426	4,807	
RasqC	34,205	23,992	27,298	24,775	14,987	15,697	23,652	14,136	5,009	6,168

Alpina Española (ALP), Blanca Andaluza (AND), Negra Serrana (SER), Mesetas (MES), Murciano-Granadina (MUR), Malagueña (MAL), Pirenaica (PIR) y Catalana (CAT). Para la Blanca de Rasquera (Rasq), se diferenciaron los valores según los tres ecotipos descritos (A: Rasquera y Tivenys; B: Mora d'Ebre, Tivissa, Vandellós y Prasdip; C: Horta de Sant Joan y Bot).

estructura filopátrica confusa, no correspondiéndose su posición a su localización geográfica original, pero sí a su origen genético. Así, por ejemplo, los pares Blanca Andaluza y Negra Serrana (IMD = 4,796), y Blanca de Rasquera y Catalana (IMD = 12,426 a 14,136) tienen respectivamente orígenes similares (Fernández *et al.*, 2009; Parés-Casanova y Kucherova, 2015). Pero entre las razas Negra Serrana –propia de Andalucía y Castilla-La Mancha– y Blanca Andaluza se intercalan la Murciano-Granadina y la Pirenaica, que tienen su cuna en puntos geográficamente distantes (Fernández *et al.*, 2009). La Catalana aparece en el mismo clúster que los 3 ecotipos de la Blanca de Rasquera, aunque claramente diferenciada de ellos (IMD mínimo = 12,426 entre la Catalana y la Blanca de Rasquera, e IMD máximo =

6,168 entre los ecotipos de Blanca de Rasquera). La raza Alpina es la que resultó más distante (IMD = 25,040 a 46,648).

Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos, podemos considerar la Catalana como una raza perteneciente al gran grupo Celtibérico, pero claramente diferenciada de la geográficamente próxima Blanca de Rasquera. La Catalana presenta además otros caracteres morfológicos, cualitativos, que la separan claramente de la Blanca de Rasquera, como son la capa exclusivamente blanca (se admiten otras cromáticas en la Blanca de Rasquera), la presencia fre-

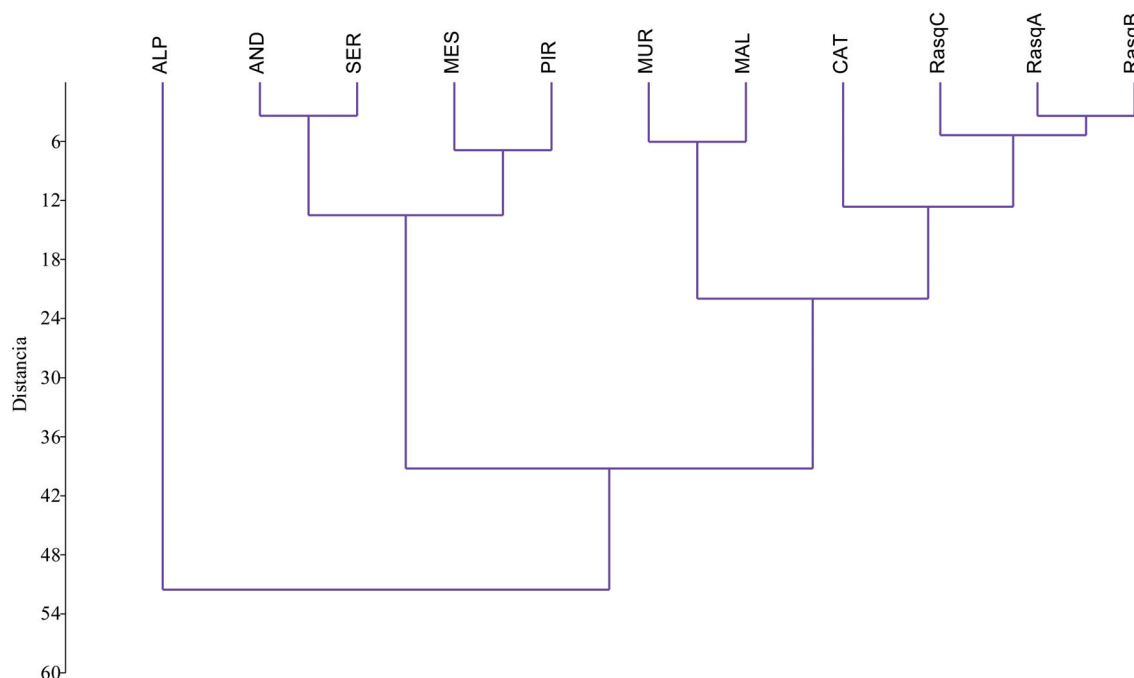


Figura 1. Diagrama de clústeres utilizando el algoritmo de Ward para las razas estudiadas. CCC = 0,856.

[Alpina Española (ALP), Blanca Andaluza (AND), Negra Serrana (SER), Mesetas (MES), Murciano-Granadina (MUR), Malagueña (MAL), Pirenaica (PIR) y Catalana (CAT). Para la Blanca de Rasquera (Rasq), se diferenciaron los valores según los tres ecotipos descritos (A: Rasquera y Tivenys; B: Mora d'Ebre, Tivissa, Vandellós y Pradip; C: Horta de Sant Joan y Bot)]

Figure 1. Clustering dendrogram using the Ward's algorithm. CCC = 0.856.

cuente de calzones –carácter típico de la Pirenaica– (Aparicio, 1960) y el diseño cornual –típicamente un *aegagrus* corto en la Catalana– (Parés-Casanova y Kucherova, 2013).

Agradecimientos

Son de obligado agradecimiento Artur Bòria y Gerard Batalla, de "Cultures Trobades" ("Slow Food Terres de Lleida"), y que amablemente permitieron el trabajo con los animales.

Bibliografía

- Aparicio G (1960). Zootecnia Especial. Etnología Compendiada. 4ª ed., Imprenta Moderna, Córdoba, España. 478 p.
- Babo D (2000). Races ovines et caprines françaises. 1ª ed. Éditions France Agricole, Paris, France. 302 p.
- Carné S (2005). La cabra blanca de Rasquera: caracterització estructural de les explotacions i estudi morfològic de la raça. Tesis Doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, 114 p.

- Fernández M, Gómez M, Delgado JV, Adán S, Jiménez M (2009). Guía de Campo de las Razas Autóctonas Españolas, Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 1a ed., 768 p.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD (2001). PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis v. 2.17c. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 1-229.
- Jordana J, Pelegrín M, Piedrafita J (1991). Relaciones genéticas en bovinos españoles obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *Información Técnica Económica Agraria*, 87A(1): 50-64.
- Jordana J, Ribó O (1991). Relaciones filogenéticas entre razas ovinas españolas obtenidas a partir del estudio de caracteres morfológicos. *Investigación Agraria*, 6(3): 225-236.
- Lara J de D (2014). Técnicas de clusterización. Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5453/> (1 de agosto de 2016).
- Mujica LKS, Hernández CA, Vargas-Bayona JE, Leño ÁJ, Quiceno VA, Novoa CS, Bedoya JT (2014). Diversidad genética de la cabra santandereana (*Capra hircus*) mediante microsatélites: modelo aplicable para la conservación y aprovechamiento genético de las cabras nativas mexicanas. *El Sudcaliforniano*, 7(147).
- Parés-Casanova PM (2007). Estudio comparativo entre diversas razas ovinas pirenaicas a partir del análisis de caracteres morfológicos. *Red-Vet*, VIII(4): 1-13.
- Parés-Casanova PM (2013). Morphological similarities between spanish pigeon breeds. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 37(3): 346-351.
- Parés-Casanova PM, Kucherova I (2013). Horn antisymmetry in a local goat population. *International Journal of Research In Agriculture and Food Sciences*, 1(2): 12-17.
- Parés-Casanova PM, Kucherova I (2014). Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en la cabra catalana. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 25(3): 390-398.
- Parés-Casanova PM, Kucherova I (2015). Caracteres morfoestructurales de una raza caprina recientemente recuperada. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 26(2): 159-165.
- (Aceptado para publicación el 15 de marzo de 2017)

Endometritis subclínica en ganado vacuno lechero: etiopatogenia y diagnóstico. Revisión Bibliográfica

L.A. Quintela*, M. Vigo, J.J. Becerra, M. Barrio, A.I. Peña y P.G. Herradón

Reproducción y Obstetricia, Departamento de Patología Animal, Facultad de Veterinaria de Lugo, Universidad de Santiago de Compostela, Avda. Carballo Calero s/n, 27002 Lugo. España

Resumen

Uno de los factores que determinan la rentabilidad económica de las explotaciones de vacuno lechero es la eficiencia reproductiva. Esta dependerá a su vez de otros muchos factores, y dentro de estos, tienen gran relevancia las patologías uterinas. La prevalencia de alteraciones uterinas en vacas de leche es elevada y causa de numerosos fallos reproductivos. En los últimos años, los investigadores han mostrado un gran interés en las endometritis subclínicas dada su elevada prevalencia en el postparto del vacuno lechero, y en consecuencia, se han desarrollado métodos sencillos para su diagnóstico. Sin embargo, a pesar del elevado número de trabajos publicados sobre el tema en las últimas décadas, existen todavía muchas incógnitas. Por ejemplo, existen diferencias de opinión respecto al método de diagnóstico: la citología, la ecografía o la biopsia. En el caso de la primera, que es la más utilizada, no hay un criterio unánime en relación al porcentaje de polimorfonucleares neutrófilos (PMN) que debería tomarse como punto de corte, a partir del cual se considera que una vaca padece endometritis subclínica. Esto lleva a que, dependiendo del punto de corte utilizado por los distintos autores, la prevalencia del proceso pueda ser muy variable. Por otra parte, los efectos de la endometritis subclínica sobre la reproducción son también muy variables dependiendo del trabajo consultado y no está totalmente claro cómo se producen. En esta revisión, se abordarán estos aspectos.

Palabras clave: Vaca de leche, reproducción, patología uterina, inflamación, infertilidad.

Abstract

Subclinical endometritis in dairy cattle: etiopathogenesis and diagnosis. Review

One of the main factors determining profitability of dairy farms is the reproductive efficiency of cows. Reproductive performance depends on many factors, being the existence of uterine pathologies one of the most relevant. Incidence of uterine diseases in dairy cattle is high and it is believed to be the cause of numerous reproductive failures. During the last years, researchers have shown great interest in subclinical endometritis because of the high incidence in the postpartum of dairy cows, and it has led to the development of simple diagnosis methods. However, despite the high number of studies on subclinical endometritis published in the last years, many unknown aspects still exist. For example, there are different opinions concerning the best diagnosis method: endometrial cytology, uterine ultrasound or biopsy. In the case of cytology, the most used method, there is no unanimous opinion regarding the percentage of PMN that should be considered the cut-off point for diagnosing subclinical endometritis. Therefore, depending on the PMN cut off considered, the incidence of the process reported

* Autor para correspondencia: luisangel.quintela@usc.es

<http://doi.org/10.12706/itea.2017.016>

by the different authors may widely differ. On the other hand, effects of subclinical endometritis on reproduction may also differ in different studies, and it is still unclear how those effects are generated. In this review, main aspects on subclinical endometritis will be addressed.

Keywords: Dairy cow, reproduction, uterine pathology, inflammation, infertility.

Introducción

Uno de los principales factores que afectan a la eficiencia reproductiva del vacuno lechero son las patologías uterinas. Las metritis y endometritis se han relacionado con retrasos en el reinicio de la actividad ovárica postparto, el incremento del intervalo entre el parto y la primera inseminación, el aumento de los días abiertos, el descenso de la tasa de concepción y el aumento de las tasas de eliminación (LeBlanc *et al.*, 2001; Gautam *et al.*, 2009; Sheldon *et al.*, 2009 y 2010; Priest, 2013).

En las últimas décadas se han implementado métodos de diagnóstico que han permitido mejorar la detección de estos procesos. Este es el caso de la ecografía transrectal (Kasimanickam *et al.*, 2004; Quintela *et al.*, 2012) y la citología uterina, ampliamente descrita y estudiada por Kasimanickam *et al.* (2004 y 2005) a principios de este siglo, y que han permitido notables avances en el diagnóstico de estas patologías.

Estas técnicas, han abierto la posibilidad de diagnosticar las endometritis subclínicas y han contribuido a la realización de estudios en los que se aborda esta patología desde múltiples puntos de vista. También han permitido evaluar la relación existente entre este proceso y la eficiencia reproductiva de las vacas lecheras (Priest, 2013), tanto por su relación con la producción (Cheong *et al.*, 2011) como por los efectos negativos que produce sobre la reproducción (Gilbert *et al.*, 2005; McDougall *et al.*, 2011).

Sin embargo, a pesar del elevado número de estudios publicados en los últimos años, to-

davía quedan cuestiones relacionadas con la definición, los métodos de diagnóstico y la etiopatogenia que necesitan ser aclaradas.

Definición

Antes de comenzar a hablar de las Endometritis Subclínicas es importante situar este proceso dentro del contexto de las patologías uterinas.

Desde el punto de vista histopatológico hablamos de **Endometritis (E)** cuando se produce un proceso inflamatorio que afecta exclusivamente al endometrio. Por su parte se conoce como **Metritis (M)** aquellas patologías en las que se ve afectada toda la pared del útero. Finalmente se considera **Perimetritis (PE)** si lo que se ve afectado es la serosa y **Parametritis (PA)** si la inflamación afecta a los ligamentos suspensorios (BonDurant, 1999).

Si se tiene en cuenta la enfermedad desde un punto de vista clínico se puede definir la **Metritis puerperal (MP)** como una patología aguda, sistémica, que tiene lugar en los 21 días posteriores al parto aunque, por lo general, suele producirse en los primeros 10 días postparto, y que se origina como consecuencia de la infección del útero por bacterias (Földi *et al.*, 2006; Sheldon *et al.*, 2006). En los casos en los que no existe alteración sistémica, pero si un útero aumentado de tamaño y descargas vaginales purulentas, hablaremos de **Metritis clínica (MC)** (Sheldon *et al.*, 2006).

Debe tenerse en cuenta que este proceso es sintomatológicamente muy diferente de la

Endometritis clínica (EC), que se caracteriza por presentar una descarga purulenta o mucopurulenta a través de la vagina, y que no está acompañada de sintomatología sistémica. Otra diferencia destacable respecto de la MP es que esta afección se produce 21 días o más después del parto (LeBlanc *et al.*, 2002; Földi *et al.*, 2006; Sheldon *et al.*, 2006).

Por su parte se conoce con el nombre de **Endometritis subclínica (ES)** aquella inflamación del endometrio con ausencia de síntomas clínicos. Esta patología se caracteriza por presentar un infiltrado de polimorfonucleares neutrófilos (PMN) sin o con un mínimo de exudado acumulado en el útero (Földi *et al.*, 2006; Sheldon *et al.*, 2006).

Finalmente, desde el punto de vista clínico se define la **Piómetra (P)** como el proceso que cursa con un acumulo de material mucopurulento/purulento en el interior del útero, que provoca una distensión del mismo y que coexiste con un cuerpo lúteo en el ovario y cuello uterino cerrado (Sheldon *et al.*, 2006).

Deben ser mencionados también en esta revisión dos términos ampliamente empleados en la actualidad que se basan en los signos observados en su diagnóstico. Por un lado se define la **Descarga vaginal purulenta (DVP)**, como aquella situación en la que se aprecia una descarga purulenta o muco-purulenta a través de la vulva (Dubuc *et al.*, 2010; LeBlanc, 2014). En esta definición se engloban diferentes enfermedades que cursan con esta sintomatología como pueden ser las vaginitis, las cervicitis, las endometritis e incluso las cistitis (Sheldon *et al.*, 2006; LeBlanc, 2014).

Por último, también se describen las **Endometritis citológicas (EC)** que se caracterizan por la presencia de PMN, en porcentaje anormal, en la citología uterina (Dubuc *et al.*, 2010). Por lo tanto, podría referirse tanto a endometritis clínicas como subclínicas.

Prevalencia

Cuando se habla de la prevalencia de ES en vacas es difícil comparar los resultados de distintos trabajos ya que ésta varía en función del momento del postparto en el que se realiza el diagnóstico, del punto de corte establecido (porcentaje de PMN a partir del cual se considera que un animal presenta ES) y del método utilizado para realizar la citología (cytobrush, lavado o citotape).

En la tabla 1 se muestra un resumen de las prevalencias observadas por distintos investigadores en función de los factores mencionados anteriormente. Al revisar todos estos estudios se puede comprobar la gran variabilidad de puntos de corte empleados por los distintos investigadores (del 5 al 25% en las semanas 3^a a 5^a y del 5 al 18% de la 5^a a la 7^a postparto). También se ponen de manifiesto diferencias ligadas al método de recogida, ya que los distintos estudios describen una mayor prevalencia de ES cuando la muestra es recogida empleando el lavado uterino. Así mismo tiene importancia el momento en el que se realiza el diagnóstico, ya que se produce un descenso de la prevalencia a medida que el postparto avanza. Lo que sí queda claro en estos estudios es que las ES aparecen, con frecuencia, en el ganado vacuno de leche, sobre todo en las 7 primeras semanas del postparto.

Etiología

Como ya se ha comentado, las ES son inflamaciones del endometrio sin síntomas clínicos y en muchos casos sin que se pueda demostrar la existencia de un agente agresor (Lazzari *et al.*, 2011; Madoz *et al.*, 2014; Mariño *et al.*, 2015). En base a esto, el origen de esta patología podría estar en la alteración del proceso de la inflamación.

Tabla 1. Prevalencia de endometritis subclínicas diagnosticadas mediante citología endometrial en función de la semana del postparto en la que se hizo el diagnóstico, del punto de corte y de la técnica empleada para obtener la muestra

Table 1. Incidence of subclinical endometritis diagnosed by endometrial cytology, in function of the postpartum week chosen for the diagnosis, PMN cut off point and the method used to take the sample

Cytobrush	3 ^a -5 ^a (%)	5 ^a -7 ^a (%)	≥7 (%)	Punto de corte (%)
Lopdell et al., 2011	35,0			> 18,0
Kasimanickam et al., 2004	35,1			> 18,0
Heidarpour et al., 2012	13,5			> 18,0
Kaufmann et al., 2010	12,4			> 18,0
Barrio et al., 2014	17,6			> 18,0
Madoz et al., 2013	21,5			> 8,0
Dubuc et al., 2010	19,3			> 6,0
Plöntzke et al., 2010	38,0			> 5,0
Lopdell et al., 2011		7,0		> 18,0
Kasimanickam et al., 2004		34,0		> 10,0
Barlund et al., 2008		11,8		> 8,0
Madoz et al., 2013		16,0		> 6,0
Plöntzke et al., 2010		19,0		> 5,0
Barrio et al., 2015		14,9		> 5,0
Madoz et al., 2013			16,0	> 4,0
Dubuc et al., 2010			11,1	> 4,0
Lavado				
Hammon et al., 2006	51,8			> 25,0
Barlund et al., 2008	15,8			> 8,0
Gilbert et al., 2005		53,0		> 5,0
Cheong et al., 2011		25,9		> 10,0
Citotape				
Pascottini, 2016 (en momento de la IA vacas)			27,8	≥ 1
Pascottini, 2016 (en momento de la IA Novillas)			7,86	≥ 1

En la inflamación se pueden describir cuatro fases: el reconocimiento del agente agresor, la liberación de mediadores de la inflamación, la actuación de los mediadores y la resolución del proceso (Sordillo y Aitken, 2009) (Figura 1).

Este proceso, normalmente, se desarrolla en un periodo de tiempo relativamente corto y está regulado, principalmente, por los eicosanoides (Sordillo, 2014). Sin embargo, puede verse alterado de diferentes formas:

1. Prolongación del proceso inflamatorio tras la resolución del problema: esta situación puede darse cuando se combina una producción exacerbada de eicosanoides inflamatorios y disminuida de antiinflamatorios (Figura 2), lo que retrasará la resolución completa y la restauración de la homeostasis en los tejidos afectados (Mattmiller et al., 2013; Sordillo, 2014).

El estrés oxidativo es un factor que podría contribuir a que se produzca una respuesta inflamatoria anormal y el postparto es un pe-

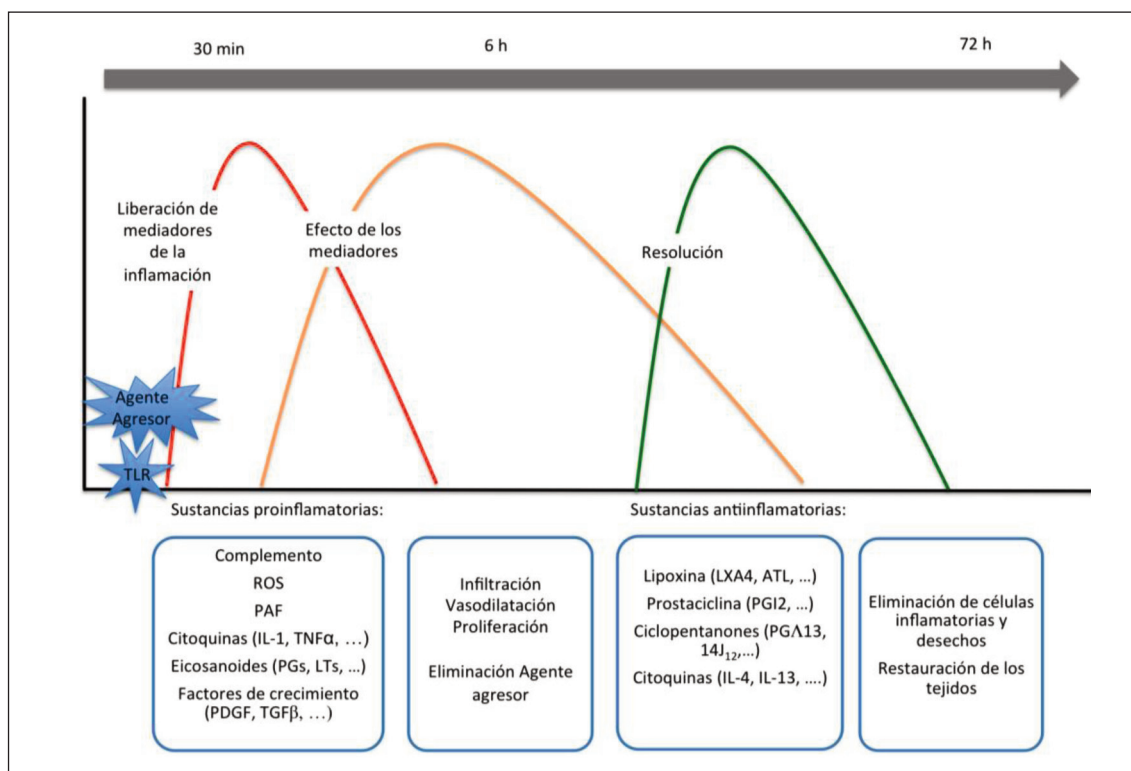


Figura 1. Desarrollo del proceso inflamatorio.
Figure 1. Development of inflammatory process.

riodo de riesgo a este respecto (Miller et al., 1993; Sordillo y Aitken, 2009). El incremento del metabolismo del oxígeno en el periodo puerperal aumentaría la tasa de producción

de especies reactivas de oxígeno (ROS) (Sordillo et al., 2007; Sordillo y Aitken, 2009). Diferentes estudios llevados a cabo en células endoteliales bovinas proporcionan eviden-

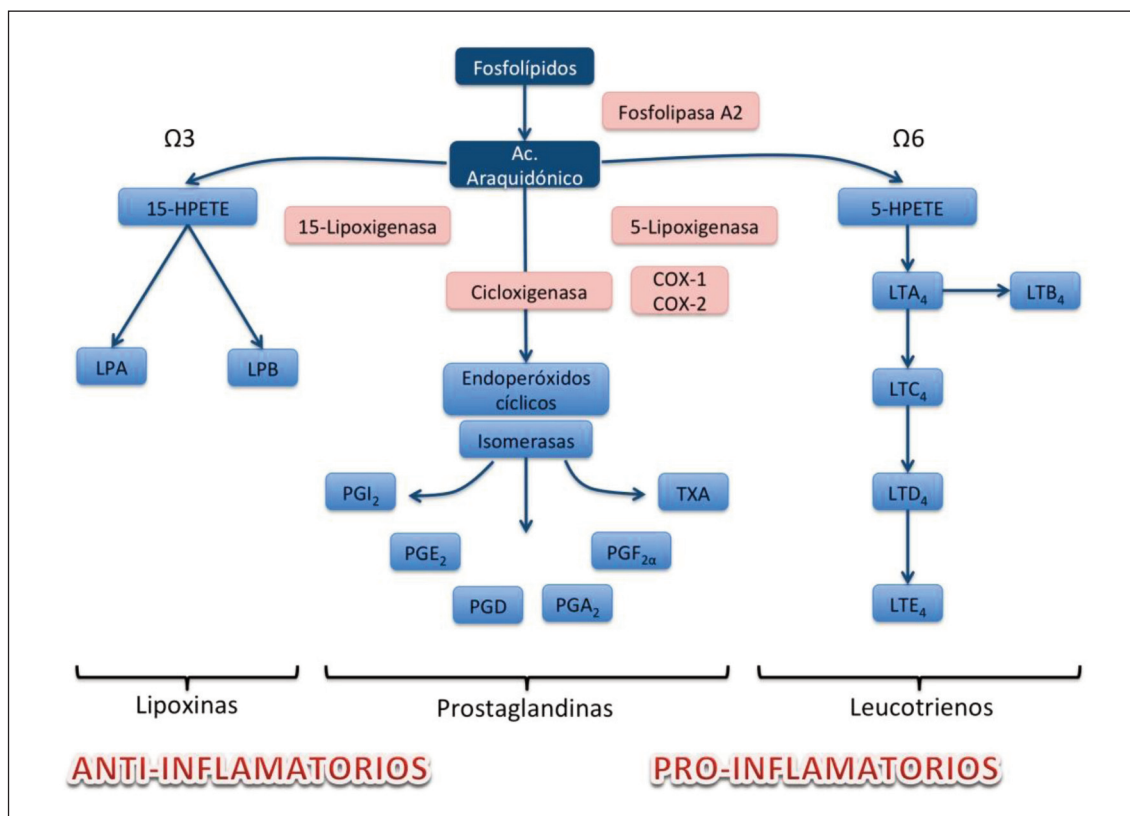


Figura 2. Diferentes eicosanoides y su papel en la regulación de la inflamación.
 Figure 2. Different eicosanoids and their role in the regulation of inflammation.

cias de que el incremento de los niveles de hidroperóxidos lipídicos resultantes del estrés oxidativo, podría incrementar el fenotipo pro-inflamatorio de estas células (Weaver et al., 2001; Sordillo et al., 2005 y 2008).

Por otra parte, el nivel de grasa y el tipo de ácidos grasos presentes en la dieta también podrían afectar a la función inmune de las células (Salehi et al., 2016). En este sentido, Silvestre et al. (2011) observaron que una dieta rica en ácido linoleico durante el periodo de transición inducía un estado pro-inflamatorio durante las primeras semanas del postparto.

2. Inducción del proceso inflamatorio en ausencia de un agente agresor. En diferentes es-

tudios se ha comprobado cómo el exceso de tejido adiposo y las elevadas concentraciones de NEFA eran factores de riesgo de enfermedades proinflamatorias del postparto, como la mastitis y la metritis, en vacas de aptitud láctea (Bernabucci et al., 2005; Goff, 2006; Douglas et al., 2007). Sin embargo, el mecanismo por el que se produce este efecto permanece todavía sin aclarar.

La activación de la respuesta del sistema inmune innato se produce tras el reconocimiento del agente agresor por parte de los receptores toll-like (TLR) (Sordillo y Aitken, 2009). Existen diferentes TLR capaces de reconocer a los diferentes agentes agresores. Así, el TLR4 (capaz de reconocer al lipopolisacárido pre-

sente en la membrana de las bacterias Gram negativas) podría ser activado por ciertos ácidos grasos (laurico, palmítico y oleico) (Sordillo y Aitken, 2009) y, de esta forma, inducir una inflamación sin que exista un agente agresor.

En resumen, las ES podrían ser un proceso inflamatorio del útero, asintomático, probablemente originado por una alteración de los procesos reguladores de la inflamación, bien en su inicio provocando inflamación sin la existencia de un agente agresor, o bien en su finalización manteniendo la inflamación durante más tiempo del necesario. Todo esto estaría estrechamente relacionado con la presencia previa de una inflamación en el útero junto con la desproporcionada producción de sustancias anti y pro inflamatorias y/o con la elevada producción de ROS y ácidos grasos, situaciones que se dan con frecuencia en el postparto (aunque ocasionalmente podrían suceder en otros momentos).

Diagnóstico

Cuando se habla de diagnóstico de las endometritis es muy importante tener en cuenta las diferencias entre endometritis clínica y subclínica. Parece evidente que dado que la primera presenta sintomatología clínica será más fácil de detectar. En este caso, los métodos diagnósticos tratan de poner de manifiesto la existencia de contenido purulento/mucopurulento en la luz del útero: inspección de la vulva, mano enguantada, metrichack, vaginoscopio, ecógrafo, etc.

En lo que respecta a la ES los métodos basados en la inspección del periné y vulva, como son la mano enguantada, el metrichack o el vaginoscopio, no tienen utilidad ya que estos animales no presentan secreciones. Así, los métodos diagnósticos empleados para diagnosticar este proceso son la ecografía, la citología endometrial y, en menor medida, la biopsia ute-

rina. Además, en la actualidad se considera la citología endometrial como la técnica "gold estándar" para el diagnóstico de esta patología (Kasimanickam et al., 2004; Prieto et al., 2012).

Si se tiene en cuenta la definición de ES como el proceso inflamatorio del endometrio en el que no aparece exudado o una mínima cantidad en el interior del útero, es fácil comprender que la citología sea la prueba definitiva, mientras que la ecografía sólo permita el diagnóstico de algunos casos.

En estudios realizados por Kasimanickam et al. (2004), Barlund et al. (2008) y Meira et al. (2012) en los que se comparaba la eficacia de la ecografía y de la citología endometrial para el diagnóstico de las ES, se observó que la sensibilidad de la ecografía era baja (a pesar de que la especificidad era elevada) lo que indicaba que los diagnósticos de ES por este procedimiento eran poco fiables, probablemente porque al valorar simplemente la presencia de fluido en el endometrio y el diámetro del útero, era fácil realizar diagnósticos erróneos, ya que existen situaciones fisiológicas que afectarían a estos parámetros (estro, postparto, etc.) (Quintela et al., 2016). Sin embargo, la evaluación del tipo de contenido sí podría mejorar la eficacia del diagnóstico (López-Helguera et al., 2012). En los últimos años, se ha empezado a emplear la ecografía Doppler en el diagnóstico de las endometritis en ganado vacuno. Debortolis et al. (2015) apreciaron un notable incremento del flujo vascular en las arterias uterinas en animales a los que se les había provocado una endometritis aguda mediante la administración intrauterina de 50 ml. de Lotagen® al 4%. Este hallazgo podría suponer una ventaja del uso de la ecografía para el diagnóstico de este proceso.

A pesar de estos avances, hoy por hoy la citología sigue siendo el método diagnóstico de referencia para las ES, si bien aún existen notables discrepancias sobre el método idóneo para la toma de muestras y el punto de corte que se debe utilizar.

Respecto a la toma de muestras, en la actualidad se describen dos sistemas principales que son el lavado uterino y el empleo del cytobrush. Kasimanickam et al. (2005) realizaron un estudio comparativo entre ambas técnicas llegando a la conclusión de que el cytobrush era preferible al lavado uterino por ser más rápido, fácilmente aplicable independientemente del tamaño del útero, prácticamente no producía irritación a nivel del endometrio, producía una menor distorsión de las células y menor presencia de glóbulos rojos. Quizá la única desventaja es que este sistema sólo proporciona información de una zona concreta del útero, mientras que el lavado uterino proporciona información de toda la superficie.

En lo que se refiere al punto de corte a emplear para decidir si un animal presenta esta patología, es imprescindible tener en cuenta los días de postparto en los que se realiza la toma de muestra. Durante el primer mes del postparto el proceso de involución uterina atrae PMN hacia la luz del útero (Sheldon, 2004; Chapwanya et al. 2009) y por lo tanto el punto de corte deberá ser más alto. Cuando se emplea el cytobrush, la mayor parte de los autores han propuesto valores alrededor del 18% (Kasimanickam et al., 2004; Kaufmann et al., 2010; Lopdell et al., 2011; Heidarpour et al., 2012). Sin embargo, cuando la muestra se toma a partir del día 30 postparto, el proceso de involución uterina habrá finalizado en la mayoría de los animales por lo que el punto de corte debe ser más bajo, estableciéndolo la mayor parte de los investigadores en torno al 5-10% (Kasimanickam et al., 2004; Barlund et al., 2008; Plöntzke et al., 2010; Madoz et al., 2013).

Por otra parte, cuando se habla de citologías realizadas mediante lavados uterinos, encontramos una gran variación en los puntos de corte empleados por los distintos investigadores. Así, se establecen valores entre el 8 y 25% para las semanas 3ª a 5ª (Hammon et al.,

2006; Barlund et al., 2008) y el 5 y 10% en las semanas 5ª a 7ª (Gilbert et al., 2005; Cheong et al., 2011).

Por último, otro posible factor de variación a tener en cuenta a la hora de interpretar una citología uterina, es el momento del ciclo estral en el que se encuentra el animal. Es necesario recordar que durante la fase folicular del ciclo aumenta el infiltrado de PMN en el endometrio por efecto de los estrógenos (Ohtani et al., 1993). Este hecho, de no ser tenido en cuenta, podría dar lugar a falsos positivos. Sin embargo, trabajos recientes señalan que el resultado de la citología (realizada mediante cytobrush) no variaría a lo largo del ciclo estral (Madoz et al., 2013).

Recientemente, Pascottini (Pascottini, 2016) describió un nuevo método para realizar la citología que consiste en un papel adhesivo enrollado a la parte superior de un catéter de inseminación equino. Los resultados son similares a los obtenidos con el cytobrush, pero en este caso los autores observaron que las células mantienen mejor su estructura y la contaminación por glóbulos rojos era mucho menor. Incluso, indican que podría enrollarse en el catéter de inseminación, permitiendo la recogida de una muestra al mismo tiempo que se insemina la vaca. Sin embargo, dada su reciente publicación, son pocos los estudios que lo han utilizado.

Otra posibilidad para poner de manifiesto altos porcentajes de PMN en el útero de forma rápida, es el empleo de tiras reactivas de urinalisis que indican la presencia de leucocitos en orina (Cheong et al., 2012; Couto et al., 2013). Para adaptar el método al diagnóstico de endometritis, un cytobrush de endometrio se mantiene durante 30 s en solución salina y luego la tira reactiva se introduce en la solución durante 2 s. Es un test colorimétrico cualitativo que muestra una correlación variable con la citología uterina. Santos et al. (2006) le otorgaban una sensibilidad del 96% y una especificidad del 98%. Sin embargo, Cheong

et al. (2012) tan sólo observaron una sensibilidad del 77% y una especificidad del 52%. No obstante, su empleo en granjas comerciales no es frecuente, probablemente porque no es un test específico para el diagnóstico de endometritis.

La biopsia uterina, en medicina humana, se utiliza rutinariamente para el diagnóstico de infertilidad y es la técnica de referencia para la evaluación del endometrio en la mujer (Strowitzki et al., 2006).

En animales domésticos, la biopsia uterina se viene realizando en yeguas desde los años 60 como método para investigar los problemas de infertilidad (Brandt y Manning, 1969), siendo hoy un método rutinario para su diagnóstico (Nielsen, 2005). Sin embargo, su uso en granjas comerciales de ganado vacuno es muy reducido y generalmente sólo se emplea en investigación. Posiblemente sea debido a la mayor dificultad de la toma de la muestra, la necesidad de emplear más tiempo en su procesado, así como de contar con personal cualificado (Nielsen, 2005) y, principalmente, el riesgo de un posible efecto negativo sobre la fertilidad (Zaayer y van der Horst, 1986). Debido a esto, los estudios llevados a cabo utilizando biopsia de útero como método de diagnóstico de las ES en ganado vacuno son muy escasos (De Boer et al., 2014). A pesar de todos los inconvenientes mencionados, su valor diagnóstico en los procesos inflamatorios del útero está sobradamente demostrado (Manspeaker y Haaland, 1983; Bonnett et al., 1991). En el estudio de Meira et al. (2012) en el que se empleó la citología como método de referencia, la biopsia uterina demostró una sensibilidad del 78% y una especificidad del 81%, con una concordancia moderada y un valor de Kappa del 48%, cuando en la evaluación histológica se consideraba únicamente el estado del epitelio, la lámina propia y los vasos. El valor de Kappa se redujo al incluir en la evaluación el grado de alteración de las glándulas endometriales. En el trabajo de Madoz

et al. (2014), en el que únicamente se valoró el grado de infiltración de PMN del endometrio, la concordancia entre biopsia y citología fue baja, con un valor de Kappa de un 15%. Sin embargo, los resultados de este estudio no son concluyentes ya que el número de muestras con ES era de 4 y con EC de 6.

Por lo tanto, a falta de más estudios comparativos, se podría concluir que la biopsia uterina es un método muy específico para detectar la inflamación y las lesiones que pueda haber en el útero (Meira et al., 2012), sin embargo, por su complejidad en la especie bovina, se podría considerar que la citología endometrial es una buena alternativa a esta técnica.

Efectos sobre la reproducción y producción

Existen discrepancias en lo que se refiere a los efectos de la ES sobre la reproducción, encontrando algunos autores que no aprecian ningún efecto significativo (Plöntzke et al., 2010; Prunner et al., 2014), otros que solo los observan en animales con citología positiva acompañada de secreción vaginal y/o fluido en el útero (Gobikrushanth et al., 2016) y otros que describen numerosas implicaciones negativas sobre la fertilidad (tabla 2). Los diferentes puntos de corte, métodos y momentos de muestreo utilizados (tabla 2), así como la existencia de numerosos factores que influyen en la fertilidad, pueden ser la causa de estas discrepancias.

Las ES también han sido relacionadas con el síndrome de repetición de celos en vacas (Pérez-Marín et al., 2012) aunque el número de estudios que consideran esta relación es más reducido y los resultados variables. Mientras que en algunos trabajos se describen prevalencias de ES próximas al 50% en vacas con síndrome de repetición de celos (Salasel et al., 2010; Janowski et al., 2013), en otros la prevalencia observada fue inferior al 15% (Poth-

Tabla 2. Efectos de las endometritis subclínicas sobre la reproducción del vacuno lechero
(n: número de casos; Exp.: explotaciones; PVD: descarga vaginal purulenta;
PC: punto de corte; DMI: días en leche)

Table 2. Effects of subclinical endometritis on dairy cattle reproduction
(n: number of cases; Exp.: Farms; PVD: purulent vaginal discharge; PC: cut-off; DMI: days in milk)

Referencia	Características básicas del estudio	Impacto sobre la reproducción	Parámetros afectados
Kasimanickam et al., 2004	n = 228; Exp. = 2; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 18% 20-33 DIM; PC. 10% 34-47 DIM	Negativo	Días abiertos, Tasa de gestación
Gilbert et al., 2005	n = 141; Exp. = 5; Solo vacas sin PVD; Lavado; PC. ≈5% 40-60 DIM	Negativo	Anestro postparto, Tasa de gestación en 1ª IA, Inseminaciones/gestación, Días abiertos, Tasa de gestación
Barlund et al., 2008	n = 221; Exp. = 8; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 8% 28-41 DIM	Negativo	Tasa de gestación en 1ª IA, Inseminaciones/gestación, Días abiertos, Tasa de gestación
Dubuc et al., 2010	n = 1044; Exp. = 6; Combinado con PVD; Citobrush; PC. 6% 35 ± 3 DIM; PC. 4% 56 ± 3 DIM	Negativo	Tasa de gestación
Plöntzke et al., 2010	n = 201; Exp. = 3; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 5% 18-38 DIM; PC. 5% 32-52 DIM	Sin efecto	Días a la 1ª IA, Inseminaciones/gestación, Días abiertos, Tasa de gestación
Burke et al., 2010	n = 78; Exp. = 1; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 6% 42 DIM	Negativo	Anestro postparto
Green et al., 2011	n = 169; Exp. = 1; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 18% 21 ± 3 DIM; PC. 18% 42 ± 3 DIM	Negativo	Anestro postparto
McDougall et al., 2011	n = 303; Exp. = 1; Combinado PVD; Citobrush; PC. 9%; 29 ± 2,4 DIM; PC. 7% 43 ± 2,3 DIM	Negativo	Anestro postparto, Tasa de gestación en 1ª IA, Días abiertos, Tasa de gestación
Drillich et al., 2012	n = 48; Exp. = 1; Solo; vacas sin PVD; Citobrush; PC. 0% IA; PC. 0% Recogida	Negativo	% de embriones transferibles
Embriones			
Fernández-Sánchez et al., 2014	n = 41; Exp. = 1; Solo vacas sin PVD; Citobrush; No PC., análisis lineal Inicio Superovulación	Negativo	% de embriones transferibles

Referencia	Características básicas del estudio	Impacto sobre la reproducción	Parámetros afectados
Prunner et al., 2014	n = 383; Exp. = 10; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 5% 20-30 DIM	Sin efecto	Días a la 1ª IA, Inseminaciones/gestación, Días abiertos, Tasa de gestación, % de vacas eliminadas
Barrio et al., 2014	n = 467; Exp. = 1; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 18% 30 ± 2 DIM	Negativo	Tasa de gestación en 1ª IA
Barrio et al., 2015	n = 65; Exp. = 25; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 5% 30-45 DIM	Negativo	Días abiertos
Gobikrushanth et al., 2016	n = 126; Exp. = 1; Solo vacas sin PVD; Citobrush; PC. 8% 25 ± 1 DIM	Sin efecto	Crecimiento folicular y ovulación, Tasa de gestación en 1ª IA, Vacas gestantes a 150 y 250 días postparto

mann et al., 2015). Es necesario indicar que los puntos de corte utilizados en relación al porcentaje de PMN considerado para el diagnóstico, diferían entre distintos estudios (entre el 3% y el 10%).

Finalmente hay que mencionar que las endometritis, además de los posibles efectos sobre la reproducción, afectan negativamente a la producción de leche (Bell y Roberts, 2007). Este efecto ha sido descrito tanto en relación a endometritis subclínicas (Green et al., 2009) como a endometritis citológicas (Burke et al., 2010; McDougall et al., 2011). La presencia de estos procesos se ha relacionado con descensos de la producción láctea (de 0,6 a 1,03 kg/vaca/día), disminución del porcentaje de grasa y proteína de la leche, y con el incremento en el recuento de células somáticas (Green et al., 2009; Burke et al., 2010; McDougall et al., 2011). No obstante, algunos trabajos cuestionan estas afirmaciones (Dubuc et al., 2011).

Mecanismo por el que las endometritis afectan a la reproducción

Existe un consenso generalizado con respecto a que, en las endometritis clínicas, la presencia de microorganismos en el interior del útero afecta negativamente a la reproducción, ya que los gérmenes pueden provocar daños directos sobre el endometrio (Herath et al. 2007; Williams et al. 2007). Además, muchos gérmenes tienen la capacidad de producir endotoxinas y/o exotoxinas que pueden ejercer efectos a distancia. Por un lado pueden afectar a la producción de hormonas (estrógenos y progesterona) lo que altera el crecimiento folicular y el normal desarrollo del cuerpo lúteo (Herath et al., 2007; Williams et al., 2007; Shimizu et al., 2012). Pero también pueden afectar a la producción de LH, lo que conlleva alteraciones en la ovulación (Lavon et al., 2008; Lavon et al., 2010) o incluso incrementar la producción de PGE₂, que a su vez afectaría a la su-

pervivencia del cuerpo lúteo (Herath et al. 2009). Finalmente, también se ha descrito que las toxinas bacterianas pueden inducir mortalidad embrionaria (Soto et al., 2003).

Sin embargo, en la mayoría de los casos, los microorganismos aislados del interior del útero de vacas con ES no difieren de la población bacteriana presente en el útero de vacas sanas (Lazzari et al., 2011; Madoz et al., 2014; Mariño et al., 2015). Por lo tanto, parece que el proceso inflamatorio, más que la infección bacteriana, cobra especial importancia en la patogenia de la endometritis subclínica. La inflamación del endometrio está asociada a la liberación de sustancias mediadoras de la inflamación, como por ejemplo el factor de necrosis tumoral (TNF) y diversas interleucinas (IL) (Kasimanickam et al., 2013), que podrían tener efectos negativos sobre la reproducción, actuando a diferentes niveles. En ratas se ha visto que ciertas interleucinas tienen efecto sobre el eje Hipotálamo-Hipófisis, reduciendo la secreción de LH y FSH (Rivest et al., 1993). En vacas también se han descrito efectos de los mediadores de la inflamación sobre el ovario que intervendrían en la foli-culogénesis, ovulación, luteinización y luteo-lisis (Sakumoto et al., 2003; Sakumoto y Okuda, 2004; Field et al., 2013; Galvão et al., 2013). Finalmente, también se ha descrito un efecto directo sobre el embrión, lo que reduciría su viabilidad y, en consecuencia, las tasas de concepción (Drillich et al., 2012; Fernández-Sánchez et al., 2014).

Conclusión

A la vista de lo expuesto, se puede decir que la ES es una patología frecuente en el postparto de la vaca lechera que puede afectar negativamente a la eficiencia reproductiva. Se trata de un proceso inflamatorio persistente asociado a una alteración en la regulación de la inflamación, bien por un exceso de agentes

proinflamatorios que alargan la duración del proceso, o por la activación de la inflamación en ausencia de un agente agresor. Desde el punto de vista del diagnóstico, la biopsia uterina sería el método ideal, pero los inconvenientes asociados al uso de esta técnica en ganado vacuno la hacen poco útil a nivel de campo. La citología endometrial, preferiblemente con cytobrush, a falta de más estudios que confirmen la mayor eficiencia del citotape, constituye una alternativa más conveniente para el diagnóstico de ES en vacas, ya que es fácil y rápida de realizar y de interpretar, y la concordancia con el diagnóstico histológico es aceptable.

Bibliografía

- Barlund CS, Carruthers TD, Waldner CL, Palmer CW (2008). A Comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology* 69: 714-723.
- Barrio M, Becerra JJ, Herradon PG, Sebastian F, Fernandez M, Quintela LA (2014). Fertility in cows with endometritis diagnosed by cytology at day 30 postpartum. Proceedings of the 12th International Congress of the Spanish Association for Animal Reproduction (AERA), 16-18 Octubre 2014, Alicante, España.
- Barrio M, Vigo M, Quintela LA, Becerra JJ, García-Herradón PJ, Martínez-Bello D, Fernández-Sánchez FI, Prieto A, Cainzos J, Peña AI (2015). Short communication: Influence of subclinical endometritis on the reproductive performance of dairy cows. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 13(4): 05-02.
- Bell MJ, Roberts DJ (2007). The impact of uterine infection on a dairy cow's performance. *Theriogenology* 68(7): 1074-1079.
- Bernabucci U, Ronchi B, Lacetera N, Nardone A (2005). Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88: 2017-2026.

- BonDurant RH (1999). Inflammation in the bovine female reproductive tract. *Journal of Animal Science* 77: 101-110.
- Bonnett BN, Miller RB, Etherington WG, Martin SW, Johnson WH (1991). Endometrial biopsy in Holstein-Friesian dairy cows. I. Technique, histological criteria and results. *Canadian Journal of Veterinary Research* 55: 155-161.
- Brandt GW, Manning JP (1969). Improved uterine biopsy technics for diagnosing infertility in the mare. *Veterinary Medicine, Small Animal Clinician* 64: 977-983.
- Burke CR, Meier S, McDougall S, Compton C, Mitchell M, Roche JR (2010). Relationships between endometritis and metabolic state during the transition period in pasture-grazed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93: 5363-5373.
- Chapwanya A, Meade KG, Doherty ML, Callanan JJ, Mee JF, O'Farrelly C (2009). Histopathological and molecular evaluation of Holstein-Friesian cows postpartum: Toward an improved understanding of uterine innate immunity. *The-riogenology* 71: 1396-1407.
- Cheong SH, Nydam DV, Galvão KN, Croiser BM, Gilbert RO (2011). Cow-level and herd-level risk factors for subclinical endometritis in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 94: 762-770.
- Cheong SH, Nydam DV, Galvão KN, Crosier BM, Ricci A, Caixeta LS, Sper RB, Fraga M, Gilbert RO (2012). Use of reagent test strips for diagnosis of endometritis in dairy cows. *Theriogenology* 77: 858-864.
- Couto GB, Vaillancourt DH, Lefebvre RC (2013). Comparison of a leukocyte esterase test with endometrial cytology for diagnosis of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *The-riogenology* 79: 103-107.
- De Boer NW, LeBlanc SJ, Dubuc J, Meier S, Heuwieser W, Arlt S, Gilbert RO, McDougall S (2014). Invited review: Systematic review of diagnostic tests for reproductive-tract infection and inflammation in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97: 3983-3999.
- Debertolis L, Gaetano M, Barbara M, Sabine M, Eleonora I, Heinrich B (2015). Effects of an induced endometritis on uterine blood flow in cows evaluated by transrectal Doppler sonography. *Journal of Veterinary Science* 17(2): 189-197.
- Douglas GN, Rehage J, Beaulieu AD, Bahaa AO, Drackley JK (2007). Prepartum nutrition alters fatty acid composition in plasma, adipose tissue, and liver lipids of periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90: 2941-2959.
- Drillich M, Tesfayec D, Ringsc F, Schellanderc K, Heuwiesera W, Hoelker M (2012). Effects of polymorphonuclear neutrophil infiltration into the endometrial environment on embryonic development in superovulated cows. *The-riogenology* 77: 570-578.
- Dubuc J, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS, LeBlanc SJ (2010). Definitions and diagnosis of postpartum endometritis in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93: 5225-5234.
- Dubuc J, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS, Leblanc SJ (2011). Effects of postpartum uterine diseases on milk production and culling in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94: 1339-1346.
- Fernandez-Sanchez FI, Barrio-Lopez M, Quintela-Arias LA, Becerra-Gonzalez JJ, Peña-Martinez AI, Martinez-Bello D, Garcia-Herradon PJ, Perez-Marin CC (2014). Use of endometrial cytology and metabolic profiles for selection of embryo donor cows. *Spanish Journal of Agricultural Research* 12(3): 664-671.
- Field SL, Dasgupta T, Cummings M, Orsi NM (2013). Cytokines in Ovarian Folliculogenesis, Oocyte Maturation and Luteinisation. *Molecular Reproduction and Development* 81(4): 284-314.
- Földi J, Kulcsar M, Peci A, Huyghe B, Lohuis JACM, Cox P, Huuszenicza GY (2006). Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Animal Reproduction Science* 96: 265-281.
- Galvão AM, Ferreira-Dias G, Skarzynski DJ (2013). Cytokines and Angiogenesis in the Corpus Luteum. Hindawi Publishing Corporation. *Mediators of Inflammation*. Volume 2013, Article ID 420186, 11 pages.
- Gautam G, Nakao T, Yusuf M, Koike K (2009). Prevalence of endometritis during the postpartum period and its impact on subsequent reproductive performance in two Japanese dairy herds. *Animal Reproduction Science* 116: 175-187.

- Gilbert RO, Shin ST, Guard CL, Erb HN, Frajblat M (2005). Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 64:1879-1888.
- Gobikrushanth M, Salehi R, Ambrose DJ, Colazo MG (2016). Categorization of endometritis and its association with ovarian follicular growth and ovulation, reproductive performance, dry matter intake, and milk yield in dairy cattle. *Theriogenology* 86: 1842-1849.
- Goff JP (2006). Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. *Journal of Dairy Science* 89: 1292-1301.
- Green MP, Ledgard AM, Berg MC, Peterson AJ, Back PJ (2009). Prevalence and identification of systemic markers of sub-clinical endometritis in postpartum dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 69: 37-42.
- Green MP, Ledgard AM, Beaumont SE, Berg MC, McNatty KP, Peterson AJ, Back PJ (2011). Long-term alteration of follicular steroid concentrations in relation to subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Journal of Animal Science* 89: 3551-3560.
- Hammon DS, Evjen IM, Dhiman TR, Goff JP, Walters JL (2006). Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 113: 21-29.
- Heidarpour M, Mohri M, Fallah-Rad AH, Shahreza FD, Mohammadi M (2012). Acute-phase protein concentration and metabolic status affect the outcome of treatment in cows with clinical and subclinical endometritis. *Veterinary Record* 171: 1-5.
- Herath S, Williams EJ, Lilly ST, Gilbert RO, Dobson H, Bryant CE, Sheldon IM (2007). Ovarian follicular cells have innate immune capabilities that modulate their endocrine function. *Reproduction* 134: 683-693.
- Herath S, Lilly ST, Fischer DP, Williams EJ, Dobson H, Bryant CE, Sheldon IM (2009). Bacterial Lipopolysaccharide Induces an Endocrine Switch from Prostaglandin F₂ α to Prostaglandin E₂ in Bovine Endometrium. *Endocrinology* 150: 1912-1920.
- Janowski T, Barański W, Łukasik K, Skarzyński D, Rudowska M, Zduńczyk S (2013). Prevalence of subclinical endometritis in repeat breeding cows and mRNA expression of tumor necrosis factor α and inducible nitric oxide synthase in the endometrium of repeat breeding cows with and without subclinical endometritis. *Polish Journal of Veterinary Science* 16(4): 693-699.
- Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, Johnson WH (2004). Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology* 62: 9-23.
- Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, Johnson WH (2005). A comparison of the cytobrush and uterine lavage techniques to evaluate endometrial cytology in clinically normal postpartum dairy cows. *Canadian Veterinary Journal* 46: 255-259.
- Kasimanickam RK, Kasimanickam VR, Olsen JR, Jeffress EJ, Moore DA, Kastelic JP (2013). Associations among serum pro-and anti-inflammatory cytokines, metabolic mediators, body condition, and uterine disease in postpartum dairy cows. *Reproductive Biology and Endocrinology* 11: 103.
- Kaufmann T, Drillich M, Tenhagen B-A, Heuwieser W (2010). Correlations between periparturient serum concentrations of non-esterified fatty acids, beta-hydroxybutyric acid, bilirubin, and urea and the occurrence of clinical and subclinical postpartum bovine endometritis. *BMC Veterinary Research* 6: 47.
- Lavon Y, Leitner G, Goshen T, Braw-Tal R, Jacoby S, Wolfenson D (2008). Exposure to endotoxin during estrus alters the timing of ovulation and hormonal concentrations in cows. *Theriogenology* 70: 956-967.
- Lavon Y, Leitner G, Voet H, Wolfenson D (2010). Naturally occurring mastitis effects on timing of ovulation, steroid and gonadotrophic hormone concentrations, and follicular and luteal growth in cows. *Journal of Dairy Science* 93: 911-921.
- Lazzari G, Duchi R, Colleoni S, Baldazzi L, Benedetti V, Galli A, Luini M, Ferrari M, Galli C (2011). Le patologie uterine cliniche e subcliniche come causa di infertilità nelle bovine da latte: studio

- epidemiologico in due allevamenti della regione Lombardia. *Large Animal Review*. 17: 43-47.
- LeBlanc S, Leslie K, Duffield T, Bateman K, Keefe G (2001). The incidence and impact of clinical endometritis in dairy cows. *Journal of Animal Science* 79: 187.
- LeBlanc SJ, Duffield TF, Leslie KE, Bateman KG, Keefe GP, Walton JS, Johnson WH (2002). Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and impact on reproductive performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 85: 2223-2236.
- LeBlanc SJ (2014). Reproductive tract inflammatory disease in postpartum dairy cows. *Animal* 8 (1): 54-63.
- Lopdell T, Berg MC, Green MP, Back PJ (2011). Effect of sub-clinical uterine infection on plasma amino acid concentrations in early lactation dairy cows. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 71: 291-295.
- López-Helguera I, López-Gatius F, García-Ispiero I (2012). The influence of genital tract status in postpartum period on the subsequent reproductive performance in high producing dairy cows. *Theriogenology* 77(7): 1334-1342.
- Madoz LV, Giuliadori MJ, Plontzke J, Drillich M, de la Sota RL (2013). The relationship between endometrial cytology during estrus cycle and cutoff points for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96 (7): 4333-4337.
- Madoz LV, Giuliadori MJ, Migliorisi AL, Jauregui-berry M, de la Sota RL (2014). Endometrial cytology, biopsy, and bacteriology for the diagnosis of subclinical endometritis in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97: 1-7.
- Manspeaker JE, Haaland MA (1983). Implementation of uterine biopsy in bovine reproduction: a practitioner's diagnostic tool. *Veterinary Medicine/Small Animal Clinician* 5: 1-15.
- Mariño B, Barrio L, Mociños JE, Guillin JL, Barrio M, Becerra JJ, Herradón PG, Prieto A, Fernández G, Peña AI, Quintela LA (2015). Relación entre la citología y bacteriología del útero en vacas de producción láctea. *Proceedings XX Congreso internacional ANEMBE de medicina bovina*, 7-8 de mayo, Burgos, España, pp. 220-221.
- Mattmiller SA, Carlson BA, Sordillo LM (2013). Regulation of inflammation by selenium and selenoproteins: impact on eicosanoid biosynthesis. *Journal of Nutritional Science* 2(28): 1-13.
- McDougall S, Hussein H, Aberdein D, Buckle K, Roche J, Burke C, Mitchell M, Meier S (2011). Relationships between cytology, bacteriology and vaginal discharge scores and reproductive performance in dairy cattle. *Theriogenology* 76: 229-240.
- Meira Jr EBS, Henriques LCS, Sá LRM, Gregory L (2012). Comparison of ultrasonography and histopathology for the diagnosis of endometritis in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 95: 6969-6973.
- Miller JK, Brzezinska-Slebodzinska E, Madsen FC (1993). Oxidative stress, antioxidants, and animal function. *Journal of Dairy Science* 76: 2812-2823.
- Nielsen JM (2005). Endometritis in the mare: a diagnostic study comparing cultures from swab and biopsy. *Theriogenology* 64: 510-518.
- Ohtani S, Okuda K, Nishimura K, Mohri S (1993). Histological changes in bovine endometrium during the estrous cycle. *Theriogenology* 39: 1033-1042.
- Pascottini OB (2016). Subclinical endometritis in dairy cattle: a practical approach. Tesis Doctoral. Department of Reproduction, Obstetrics and Herd Health, Faculty of Veterinary Medicine Ghent University.
- Perez-Marin CC, Calero GV, Moreno LM (2012). Clinical approach to the repeat breeder cow syndrome. En: *A bird's-eye view of veterinary medicine* (Ed. Perez-Marin CC), pp. 337-362. In *Tech*. DOI: 10.5772/31374.
- Plöntzke J, Madoz LV, De la Sota RL, Drillich M, Heuwieser W (2010). Subclinical endometritis and its impact on reproductive performance in grazing dairy cattle in Argentina. *Animal Reproduction Science* 122: 52-57.
- Pothmann H, Prunner I, Wagener K, Jauregui-berry M, de la Sota RL, Erber R, Aurich C, Ehling-Schulz M, Drillich M (2015). The prevalence of subclinical endometritis and intrauterine infections in repeat breeder cows. *Theriogenology* 83: 1249-1253.

- Priest N (2013). The effect of a non-steroidal anti-inflammatory drug on subclinical endometritis in dairy cows and the identification of at-risk cows. Tesis Doctoral. Lincoln University. New Zealand.
- Prieto M, Barrio M, Quintela LA, Perez-Marin CC, Becerra JJ, Vigo M, Diaz C, Cainzos J, Prieto A, Fernandez FI, Martinez D, Herradon PG 2012. Validation of a simple method for the interpretation of uterine cytology in cows. *Veterinari Medicina* 57(7): 360-363.
- Prunner I, Wagener K, Pothmann H, Ehling-Schulz M, Drillich M. (2014). Risk factors for uterine diseases on small- and medium-sized dairy farms determined by clinical, bacteriological, and cytological examinations. *Theriogenology* 82: 857-65.
- Quintela LA, Barrio M, Pena AI, Becerra JJ, Cainzos J, Herradon PG, Diaz C (2012). Use of ultrasound in the reproductive management of dairy cattle. *Reproduction in Domestic Animals* 47: 34-44.
- Quintela LA, Becerra JJ, Herradón PG (2016). Essential guides on cattle farming: Uterine diseases. Ed. Servet. Zaragoza, España. 69 pp.
- Rivest S, Lee S, Attardi B, Rivier C (1993). The chronic intracerebroventricular infusion of interleukin-1 beta alters the activity of the hypothalamic-pituitary-gonadal axis of cycling rats. I. Effect on LHRH and gonadotropin biosynthesis and secretion. *Endocrinology*, 133(6): 2424-2430.
- Sakumoto R, Shibaya M, Okuda K (2003). Tumor necrosis factor- α (TNF- α) inhibits progesterone and estradiol 17- β production from cultured granulosa cells: Presence of TNF- α receptors in bovine granulosa and theca cells. *Journal of Reproduction and Development* 49 (6): 441-449.
- Sakumoto R, Okuda K (2004). Possible actions of tumor necrosis factor- α in ovarian function. *Journal of Reproduction and Development* 50 (1): 39-46.
- Salasel B, Mokhtari A, Taktaz T (2010). Prevalence, risk factors for and impact of subclinical endometritis in repeat breeder dairy cows. *Theriogenology* 74: 1271-1278.
- Salehi R, Colazo MG, Gobikrushanth M, Basu U, Ambrose DJ (2016). Effects of prepartum oilseed supplements on subclinical endometritis, pro- and anti-inflammatory cytokine transcripts in endometrial cells and postpartum ovarian function in dairy cows. *Reproduction, Fertility and Development*: <http://dx.doi.org/10.1071/RD15334>.
- Santos NR, Roman HB, Gilbert RO (2006). The use of leukocyte esterase reagent strips for diagnosis of subclinical endometritis in dairy cows. *Theriogenology* 66: 666-667.
- Sheldon IM (2004). The postpartum uterus. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20: 569-591.
- Sheldon IM, Lewis GS, LeBlanc S, Gilbert RO (2006). Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology* 65: 1516-1530.
- Sheldon IM, Williams EJ, Miller ANA, Nash DM, Herath S (2008). Uterine diseases in cattle after parturition. *Veterinary Journal* 176: 115-121.
- Sheldon IM, Price SB, Cronin J, Gilbert RO, Gadsby JE (2009). Mechanisms of infertility associated with clinical and subclinical endometritis in high producing dairy cattle. *Reproduction in Domestic Animals* 44 (3): 1-9.
- Sheldon IM, Rycroft AN, Dogan B, Craven M, Bromfield JJ, Chandler A, Roberts MH, Price SB, Gilbert RO, Simpson KW (2010). Specific strains of *Escherichia coli* are pathogenic for the endometrium of cattle and cause pelvic inflammatory disease in cattle and mice. *PLOS ONE* 5: e9192.
- Shimizu T, Miyauchi K, Shirasuna K, Bollwein H, Magata F, Murayama C, Miyamoto A (2012). Effects of lipopolysaccharide (LPS) and peptidoglycan (PGN) on estradiol production in bovine granulosa cells from small and large follicles. *Toxicology in Vitro* 26: 1134-1142.
- Silvestre FT, Carvalho TS, Crawford PC, Santos JE, Staples CR, Jenkins T, Thatcher WW (2011). Effects of differential supplementation of fatty acids during the peripartum and breeding periods of Holstein cows: II. Neutrophil fatty acids and function, and acute-phase proteins. *Journal of Dairy Science* 94: 2285-2301.
- Sordillo LM, Weaver JA, Cao Y-Z, Corl C, Sylte MJ, Mullarky IK (2005). Enhanced 15-HPETE production during oxidant stress induces apoptosis of endothelial cells. *Prostaglandins and Other Lipid Mediators* 76: 19-34.

- Sordillo LM, O'Boyle N, Gandy JC, Corl CM, Hamilton E (2007). Shifts in thioredoxin reductase activity and oxidant status in mononuclear cells obtained from transition dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 90: 1186-1192.
- Sordillo LM, Streicher KL, Mullarky IK, Gandy JC, Trigona W, Corl CM (2008). Selenium inhibits 15-hydroperoxyoctadecadienoic acid-induced intracellular adhesion molecule expression in aortic endothelial cells. *Free Radical Biology and Medicine* 44: 34-43.
- Sordillo LM, Aitken SL (2009). Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 128: 104-109.
- Sordillo LM (2014). Inmunidad de la glándula mamaria y susceptibilidad de mastitis. *Proceedings XIX Congreso Internacional de Medicina Bovina*, 25-27 de mayo, Oviedo, España, pp. 104-113.
- Soto P, Natzke RP, Hansen PJ (2003). Identification of Possible Mediators of Embryonic Mortality Caused by Mastitis: Actions of Lipopolysaccharide, Prostaglandin F₂ α , and the Nitric Oxide Generator, Sodium Nitroprusside Dihydrate, on Oocyte Maturation and Embryonic Development in Cattle. *American Journal of Reproductive Immunology* 50: 263-272.
- Strowitzki T, Germeyer A, Popovici R, von Wolff M (2006). The human endometrium as a fertility-determining factor. *Human Reproduction Update* 12: 617-630.
- Weaver JA, Maddox JF, Cao YZ, Mullarky IK, Sordillo LM (2001). Increased 15-HPETE production decreases prostacyclin synthase activity during oxidant stress in aortic endothelial cells. *Free Radical Biology and Medicine* 30: 299-308.
- Williams EJ, Fischer DP, Noakes DE, England GCW, Rycroft A, Dobson H, Sheldon IM (2007). The relationship between uterine pathogen growth density and ovarian function in the postpartum dairy cow. *Theriogenology* 68: 549-559.
- Zaayer D, van der Horst CJ (1986). Non-fertility in cows: treatment with PGF and investigation of uterine biopsies. *Cytobios* 45: 55-70.

(Aceptado para publicación el 14 de marzo de 2017)

La relevancia de las marcas de carne de vacuno para los consumidores. Un análisis interregional

H. Resano^{1,3,*} y A.I. Sanjuán^{2,3}

¹ Facultad de Veterinaria, Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural, Universidad de Zaragoza, España

² Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Departamento de Economía Agroalimentaria y de los Recursos Naturales, Zaragoza, España

³ Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Universidad de Zaragoza-CITA, España

Resumen

A pesar de que la utilización de la marca permite ayudar a diferenciar el producto y a conseguir un mayor grado de lealtad entre los consumidores, la carne de vacuno se vende habitualmente sin marca. Este trabajo investiga el nivel de conocimiento y de compra de la carne de vacuno con distintos tipos de marca y su relación con la calidad percibida y las características de los consumidores. Conocer el papel que ocupa la marca en la mente del consumidor y en la decisión de compra puede ser especialmente relevante para crear marcas exitosas que estén dirigidas a segmentos específicos. El estudio se ha realizado en dos regiones españolas (Aragón y Cataluña) y en dos francesas (Midi-Pyrénées y Languedoc-Roussillon) con distintos hábitos de consumo entre Septiembre 2010 y Abril 2011. En total se obtuvieron 1,222 encuestas. Los principales métodos de análisis que se han aplicado son la segmentación en dos pasos, las medidas de asociación bivariantes y los contrastes no paramétricos. Se han identificado dos segmentos, el denominado "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" y el "Menos conocedor y comprador de carne de vacuno con marca". Estos segmentos se caracterizan por presentar unas percepciones de calidad distintivas y un perfil específico. No se ha obtenido un único segmento para todas las regiones, a pesar de que existen algunas coincidencias entre ellas, lo que puede ser de especial interés para discernir si sería aconsejable que se desarrollase una política de *marketing* distinta en función de la región.

Palabras clave: Análisis cluster, marcas, carne de vacuno, consumidores.

Abstract

The role of beef brands for consumers. A cross-regional analysis

Beef has been traditionally sold as an unbranded product. Nevertheless, the use of a brand would help to differentiate the product and achieve a higher degree of loyalty among consumers. The paper investigates the level of recognition and purchase of different types of branded beef, and relates that with quality perceptions and consumer traits. A better understanding of the role that the brand occupies in consumers' awareness and purchase decisions and its relationship with quality perceptions and personal traits may be relevant to create successful brands targeted to specific segments. Thus, a survey was carried out in two Spanish regions (Aragón and Cataluña) and two French regions (Midi-Pyrénées and Languedoc-Roussillon), with different beef consumption habits, between September 2010 and April 2011,

* Autor para correspondencia: mhresano@unizar.es

<http://doi.org/10.12706/itea.2017.017>

obtaining a total sample of 1222 consumers. Main methods of analysis included two-step clustering, bivariate association measures, and non-parametric tests. Cluster analysis revealed the presence of two market segments, tentatively named 'Connoisseur and purchaser of branded beef' and 'Novice and non-purchaser of branded beef'. These segments were characterized by distinctive quality perceptions and a specific socio-demographic and consumption habits profile. Not a common cross-regional segment was found although some coincidences existed. This result can be especially useful for beef producers and distributors to ascertain if they should develop a different marketing policy depending on the region.

Keywords: Cluster analysis, brands, beef, consumers.

Introducción

La mayoría de la carne que se vende para el consumo en el hogar en los países europeos no está etiquetada con ninguna marca, sobre todo la que se vende en fresco, o sin procesar (Grunert et al., 2004). Por este motivo, los consumidores pueden no disponer de información suficiente para formar sus expectativas sobre la calidad del producto basándose en los indicadores de calidad que estén disponibles en el momento de la compra. Según la teoría de la demanda de Lancaster (1966), la calidad de un bien depende de la de los atributos que lo componen. Estos atributos se denominan de búsqueda, experiencia o confianza, en función de si se pueden evaluar antes de la compra (como el color de la carne), después (su sabor) (Nelson, 1970), o ni lo uno ni lo otro (el sistema de producción) (Darby y Kerni, 1973), respectivamente. En los dos últimos tipos de atributos, y sobre todo en el de confianza se genera un problema de información asimétrica, dado que el productor y/o el vendedor pueden disponer de información sobre el producto que el consumidor no tiene. Sin embargo, estos agentes sí que pueden producir señales para transmitir esta información al consumidor por ejemplo a través de la utilización de un tipo de marca. La certificación por parte de un tercer agente también permite resolver el problema de asimetría o de información incompleta generada por los atributos de confianza (Compés, 2002), transformándolos en atributos de búsqueda

(Sánchez et al., 2007), como puede ser el caso de la alimentación del animal. Los consumidores comparan sus expectativas con la calidad experimentada al consumir el producto para valorar si el producto les satisface o no (Oliver, 1993). La satisfacción con el producto es un elemento crucial desde el punto de vista de los productores y distribuidores para lograr la fidelización del consumidor.

La inherente variación natural que puede experimentar la carne de vacuno complica el proceso de percepción de la calidad e implica que el consumidor puede no estar totalmente seguro de obtener la calidad esperada, existiendo la posibilidad de que sus expectativas no se confirmen en el momento del consumo (Bredahl, 2003). La información proporcionada por la marca facilita la elección entre carnes con diferencias escasamente apreciables según su apariencia visual. Además, la marca puede actuar como un indicador de la calidad más efectivo cuando los consumidores perciben la existencia de un cierto riesgo asociado a la compra del producto (Brunsø et al., 2002). Por este motivo, y dado el elevado número de escándalos alimentarios relacionados con la carne de vacuno que se han producido en los últimos años, como es el caso del fraude de sustitución descubierto en 2013 en varios países europeos de hamburguesas etiquetadas como de carne de vacuno que en realidad eran de caballo (Espinoza et al., 2015) o un año después el de los "kebabs" de carne de vacuno en España e Italia que estaban elaborados fundamentalmente de pollo

y pavo, respectivamente (BEUC, 2015), no resulta sorprendente comprobar que los consumidores empleen las marcas de carne de vacuno como un elemento adicional para garantizar la seguridad del producto (Sánchez et al., 2001; Banovic et al., 2010).

La compra de carne para el consumo en el hogar se realiza con cierta asiduidad, y la utilización de la marca como indicador de calidad aunque no logra eliminar totalmente la incertidumbre a la que se enfrenta cualquier consumidor que no sea experto en el producto, sí que permite simplificar y aumentar la eficiencia en la compra, ya que aúna gran cantidad de información garantizando una cierta consistencia en el producto elegido (Kotler et al., 2006). Sin embargo, no todas las marcas influyen sobre el proceso de decisión de compra con la misma intensidad, su grado de influencia dependerá del nivel de conocimiento¹ y credibilidad de la marca, así como del patrocinador o el titular de esa marca. También depende del propio consumidor (Brunsø et al., 2002), y de su nivel de implicación y experiencia con la marca. Por lo que sería interesante clasificar a los consumidores en función de su familiaridad con las marcas para conocer si existen diferencias en la información considerada como relevante en el momento de la compra que tengan consecuencias en la calidad percibida por los distintos consumidores. Su grado de influencia puede estar condicionado también por factores culturales (Brunsø et al., 2002), y por lo tanto, sería relevante conocer si existen o no diferencias interregionales en los consumidores de carne de vacuno. A pesar de que la influencia que ejerce la familiaridad con

carne de vacuno sobre la utilización de las marcas como señales de calidad se ha investigado con anterioridad en otros estudios (Bredahl, 2003), ésta es la primera aplicación² cuyo objetivo principal es analizar el efecto de la familiaridad con la marca desde una perspectiva interregional. No obstante, se investiga a su vez si existe una asociación entre la familiaridad con la carne de vacuno y con la marca. Además, se diferencia entre el impacto que presentan distintos tipos de marca como indicadores de calidad en el momento de la compra. Asimismo, se investiga si los consumidores con mayor nivel de conocimiento y compra de carne de vacuno con marca utilizan otros atributos como señales adicionales de calidad. La necesidad de estudiar las preferencias de los consumidores desde una perspectiva regional ha estado presente en la literatura que versa sobre el marketing a lo largo de las últimas décadas (Mittal et al., 2004). A pesar de que el estudio del comportamiento de compra del consumidor en distintos países se ha realizado con mayor profusión, el análisis interregional ofrece ventajas notables respecto a la comparación entre países (Thelen et al., 2006; Mittal et al., 2004). En este sentido, la adopción de un enfoque interregional permite no sólo captar la heterogeneidad existente dentro de cada país, sino también mitigar la inexactitud que se produce cuando se considera una región como representativa del total de la población del país. En el ámbito del marketing agroalimentario, existen relevantes estudios que han demostrado la presencia de diferencias culturales en la percepción de la calidad en la carne (Bernués et al., 2003

1. Según Kotler et al. (2006), las marcas que se reconocen después de sugerirlas y no las que se expresan de manera espontánea ocupan una posición en nuestra mente más influyente en el proceso de decisión de compra.

2. El presente estudio utiliza como punto de partida un trabajo preliminar y exploratorio realizado por Resano et al. (2011) sobre una sub-muestra de consumidores. En el presente trabajo, se ha ampliado la muestra, el abanico de herramientas de análisis y se profundiza en la interpretación de los resultados en el contexto de una revisión de la literatura más extensa.

a, b), aunque fundamentalmente entre países. En particular, el estudio se ha desarrollado en el marco de un proyecto europeo en dos regiones españolas (Aragón y Cataluña) y dos regiones francesas (Midi-Pyrénées y Languedoc-Roussillon) situadas a ambos lados de los Pirineos (ver Figura 1). La producción de carne de vacuno se considera una actividad relevante para la economía de las cuatro regiones que son objeto de estudio en este artículo (Sanjuán *et al.*, 2012; Sans y Sanjuán-López, 2015), favoreciendo notablemente el desarrollo rural de las zonas próximas a la frontera entre Francia y España. Estas áreas gozan de un notable prestigio para la pro-

ducción de carne de vacuno, lo que ha supuesto el reconocimiento a través de las marcas de garantía (Ternera del Valle de Broto, Vedella de Girona, etc...), y en algunos casos incluso han obtenido el reconocimiento por parte de la Comisión Europea mediante la Indicación Geográfica Protegida³ (IGP), como ocurre con la Ternera de los Pirineos Catalanes, o está en trámites de su obtención (Carne de Vacuno Montañas de Aragón). Sin embargo, a pesar del elevado desarrollo en los últimos años de la carne de vacuno con este tipo de certificación la penetración en el mercado español y francés es todavía pequeña (Sans *et al.*, 2008).



Figura 1. Localización de las cuatro regiones de estudio en España y Francia.
 Figure 1. The four regions of study in Spain and France.

3. En 1992, la Comisión Europea proporcionó un marco legislativo común (Diario Oficial de la Unión Europea (DOCE) 1992, 2012) para proteger y promocionar alimentos de calidad ligada al origen y/o al sistema de producción. En el caso de la IGP, la producción o la transformación o la elaboración debe realizarse en una zona geográfica determinada (Resano *et al.*, 2012).

Material y métodos

La muestra de consumidores

Los datos analizados en este trabajo se obtuvieron a través de una entrevista personal a una muestra representativa de la población regional en términos del sexo y edad, realizada en las principales ciudades de las cuatro regiones investigadas (Aragón, Cataluña, Midi-Pyrénées y Languedoc-Roussillon) entre septiembre de 2010 y Abril de 2011. Las entrevistas tuvieron lugar en entornos conocidos por los consumidores (centro cívico, asociación de consumidores, lugar de trabajo, centro educativo, etc...) y en grupos reducidos (inferiores a 12 participantes por sesión). La encuesta se dirigió a consumidores habituales de carne de vacuno, que estuviesen involucrados en la compra de alimentos para su consumo en el hogar y fueran mayores de 18 años. La muestra final estaba compuesta por 300 consumidores tanto en Aragón como en Languedoc-Roussillon, 304 en Cataluña y 318 en Midi-Pyrénées, por lo que en total se obtuvieron 1222 encuestas. Los participantes recibieron una pequeña compensación económica para agradecer su colaboración en el estudio⁴.

El cuestionario

El cuestionario incluía, entre otros aspectos, preguntas sobre los hábitos de consumo y compra de la carne de vacuno, y características socio-demográficas del entrevistado, que se describen con mayor detalle en Sanjuán et al. (2012) y en Sans y Sanjuán-López (2015). Fue necesaria no sólo su traducción a diversos idiomas (castellano, francés y catalán)

sino también la adaptación de algunas preguntas a la realidad de cada país/región.

Dos de las preguntas clave del estudio sobre las que se asienta este artículo son: el conocimiento y compra declarados de marcas de vacuno; y la puntuación sobre indicadores de calidad utilizados en el momento de la compra⁵ que se describen a continuación.

Con respecto a la primera cuestión, se presentaba al consumidor un listado de marcas comercializadas en su región, y se le pedía que identificase aquellas que conoce y que ha comprado al menos una vez a lo largo del año previo. La pregunta era dicotómica con las opciones de respuesta "Sí" o "No". Dado el elevado número de marcas y distintivos de calidad que existen en cada una de las regiones analizadas, se pueden agrupar en las siguientes categorías: distintivos de calidad que cumplen con la función certificadora de determinado aspecto, en este caso de la carne de vacuno, y está fundamentalmente dirigida a los consumidores (Largo, 2006). Se incluiría al reconocido por la Comisión Europea (IGP) y las marcas de garantía (regionales como puede ser C'alial (anterior C de Calidad) y Label Rouge), y dentro de las denominadas "marcas de empresa" cuya función es indicar el origen o la procedencia empresarial (Largo, 2006), las marcas colectivas cuyo titular es una asociación de productores o de uso individual cuyo titular es un productor (colectiva o individual del productor) y las marcas de uso individual cuyo titular es una cadena de distribución (individual del distribuidor).

Con respecto a la segunda cuestión, se solicitaba a los participantes que señalaran su grado de acuerdo o desacuerdo con que un

4. En la dos regiones españoles se entregaron a los consumidores 10 € al contado, mientras que en las dos regiones francesas los consumidores obtuvieron un cheque-regalo para canjear en un establecimiento comercial por valor de 10 €.

5. Ambas preguntas están disponibles mediante petición a los autores.

conjunto de características, sobre el lugar de compra, la carne de vacuno, la crianza, el transporte y sacrificio del animal, actúen como indicadores de calidad en el momento de la compra. El nivel de acuerdo se medía en una escala de Likert de 5 puntos equilibrada (1: Totalmente en desacuerdo, 2: En desacuerdo, 3: Ni en desacuerdo ni de acuerdo, 4: De acuerdo, 5: Totalmente de acuerdo).

El análisis estadístico

En primer lugar, se ha empleado la prueba de Kolmogorov Smirnov para contrastar si la distribución muestral del conocimiento y la compra declarados de la carne de vacuno con marca es o no una normal. En segundo lugar, se ha aplicado el contraste Kruskal Wallis, que permite averiguar si la información obtenida en las regiones analizadas procede de poblaciones distintas, en cuyo caso habría que realizar el análisis estadístico de los datos obtenidos en cada una de las regiones por separado. Posteriormente, para clasificar a los consumidores en función de su familiaridad con las marcas se ha aplicado el análisis *cluster* en dos etapas⁶ (*two-step clustering*). Una vez clasificados los consumidores en los segmentos o *clusters* definidos, se ha contrastado si existe asociación entre los segmentos obtenidos y el porcentaje que conoce o compra carne con marca mediante el test de Chi-cuadrado, así como entre regiones mediante la prueba z de proporciones. También se han aplicado el estadístico U-Mann Whitney y el contraste Kruskal Wallis para evaluar la presencia de diferencias pero en este caso respecto a los atributos que utilizan los consumidores como indicadores de calidad en el momento de la compra de carne de vacuno. Finalmente, se investigó si se podía

diferenciar el perfil socio-demográfico de los consumidores en función de la pertenencia a un determinado *cluster*, analizando la asociación entre el segmento y las variables socio-demográficas mediante el estadístico de Chi-cuadrado, y entre regiones mediante la prueba z de proporciones. Todos los análisis estadísticos se realizaron con IBM SPSS 22.00.

Resultados y discusión

Conocimiento y compra de carne de vacuno con marca

En el cuestionario como se ha comentado en la sección anterior se preguntaba a los encuestados que indicaran dentro de un conjunto de marcas de carne de vacuno cuáles conocían y si habían comprado alguna de ellas a lo largo del último año. Los resultados confirman la ausencia de normalidad (Kolmogorov Smirnov: $P < 0,05$), y que la información obtenida en las regiones analizadas procede de poblaciones distintas (Kruskal Wallis: $P < 0,05$).

En la Tabla 1 se observa para el total de la muestra dentro de cada región que prácticamente la totalidad de los participantes conocen y en su mayoría han comprado alguna vez a lo largo del último año carne de vacuno con distintivo de calidad, siendo el porcentaje de compra significativamente distinto (menor) en el caso de las regiones francesas (60% en Midi-Pyrénées (M-P) y 55% en Languedoc-Roussillon (L-R) respecto a 70% en Aragón y 75% en Cataluña). No obstante, existen algunas diferencias regionales según el tipo de distintivo, dependiendo de si se trata de carne con IGP o de marcas de garantía (regionales o Label Rouge), sobre todo en las re-

6. Esta técnica de segmentación aúna los principios tanto del análisis jerárquico como del no jerárquico iterativo (*k-means*) y está ganando aceptación en los últimos años en el ámbito de la investigación de mercados (Mooi y Sarstedt, 2011).

Tabla 1. Conocimiento y compra declarados de la carne de vacuno con marca dentro de cada segmento y entre regiones
 Table 1. Declared knowledge and purchase of quality labels and branded beef within clusters across regions

	Aragón			Cataluña			Midi-Pyrénées			Languedoc-Roussillon		
	Segmentos ¹			Segmentos ¹			Segmentos ¹			Segmentos ¹		
	Co	NoCo	Total ⁴	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total
Conocimiento declarado												
Distintivo de Calidad	100	90	95a**	100	90	92a**	100	90	95a**	98	87	92a**
Comisión Europea (I.G.P.)	91	76	83a**	99	78	83a**	86	78	82a†	75	68	71b
Marcas garantía: Regional ² / Label Rouge ³	92	66	78a**	97	77	82a,b**	93	82	87b**	92	76	85b**
Marca Colectiva ² / Indiv. ³ del Productor	52	9	30a**	100	4	27a**	100	87	94b**	99	87	93b**
Marca individual del Distribuidor ^{2,3}	77	24	50a**	80	48	55a**	100	80	90b**	88	77	83c**
Compra declarada												
Distintivo de Calidad	99	45	70a**	100	67	75a**	71	49	60b**	73	35	55b**
Comisión Europea (I.G.P.)	75	37	52a**	92	55	64c**	50	40	45a,b†	51	28	40b**
Marcas de Garantía: Regional ² / L. Rouge ³	73	32	52a**	90	55	63c**	93	82	87b**	92	76	85b**
Marca Colectiva ² / Indiv. ³ del Productor	30	2	15a**	53	0	13a**	71	36	54b**	100	1	53b**
Marca individual del Distribuidor ^{2,3}	55	11	32a**	52	28	34a**	100	5	53b**	56	18	38a**
N	143	157	300	73	231	304	161	157	318	158	142	300

** y † indican que existen diferencias estadísticamente significativas entre los segmentos 'Co' y 'NoCo' al 1% y el 10%, respectivamente según el estadístico de chi-cuadrado.

¹ "Co" y "NoCo" se refieren a los segmentos denominados como "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" y "Menos conocedor y menos comprador de la carne de vacuno con marca", respectivamente.

² En Aragón, dentro de la categoría de distintivo regional se incluyó a carne reconocida con C de Calidad Alimentaria (actual C'Alial); la marca colectiva del productor comprendía a marcas cuya titularidad la ostentan asociaciones de ganaderos; la marca de uso individual del distribuidor incluía a Natur (grupo Caprabo, con Eroski), CTC Carrefour (grupo Carrefour), Villa del Monte (grupo Auchan).

³ En Midi-Pyrénées y Languedoc-Roussillon: el distintivo Label Rouge (L. Rouge) incorporaba a Charolais y Boeuf Gascon; la marca de uso individual (Indiv.) del productor comprendía a Charal y Tendriade; la marca de uso individual del distribuidor incluía a Jean Rozé (propiedad de la cadena Les Mousquetaires), y Selection Auchan (grupo Auchan).

⁴ Los porcentajes con la misma letra indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre regiones al 5% según la prueba z.

giones francesas. En este sentido, el Label Rouge se conoce, pero fundamentalmente se compra en un porcentaje notablemente superior a la IGP. La mayoría de los participantes franceses compran vacuno con Label Rouge (un 87% en M-P y un 85% en L-R), mientras que menos de la mitad lo compran con IGP (un 45% en M-P y un 40% en L-R), siendo además, este porcentaje significativamente distinto (mayor) del que compra carne con marca de garantía regional en España (63% en Cataluña y 52% en Aragón).

Además, el porcentaje de conocimiento y compra del distintivo de calidad es notablemente superior al de las "marcas de empresa" en Aragón y Cataluña. Sin embargo, en M-P y en L-R las diferencias entre estos tipos de marcas son menos apreciables sobre todo en relación al conocimiento sugerido, dado que el de la marca de uso individual del productor y del distribuidor es significativamente superior al de España (entre un 83% la marca individual del distribuidor en L-R y un 94% la individual del productor en M-P), mientras que en España se sitúa entre el 30% (colectiva del productor en Aragón) y un 55% (individual del distribuidor en Cataluña). Este elevado porcentaje de conocimiento se materializa en una compra declarada para más de la mitad de los participantes franceses, a excepción de L-R con un 38% en la marca de uso individual del distribuidor.

A pesar de que no hay muchos trabajos que analicen el conocimiento o la compra declarados de carne de vacuno con marca, y que los realizados en España se centran en el análisis de la carne con IGP, los resultados de este estudio se pueden considerar en la línea de la literatura existente. No es de extrañar que el porcentaje de conocimiento declarado en nuestro trabajo sea elevado dado que no se trataba de conocimiento espontáneo sino sugerido. De esta manera, Olaizola et al. (2005) señalaron que el 86% de los encuestados afirmaban conocer alguno de los

distintivos de calidad que se les preguntaba, mientras que este porcentaje disminuía hasta el 64% cuando no se les sugerían las marcas. En relación con la compra declarada, Sánchez et al. (2001) indicaron que el 75% de los encuestados en Navarra y País Vasco consumían en su hogar carne de ternera con marca, Olaizola et al. (2005) indicaron en un estudio realizado en Aragón que un 84% la compraba con relativa frecuencia, y por último Sepúlveda et al. (2008) señalaron que el 73% de los encuestados en tres regiones (Aragón, Madrid y Castilla León) había comprado con distinta frecuencia carne de ternera con distintivo de calidad.

Segmentación en función del conocimiento y la compra de carne de vacuno con marca

Se aplicó el análisis *cluster* de manera separada para cada una de las regiones en función de su conocimiento y compra declaradas de carne con marca. La Tabla 1 presenta los resultados obtenidos dentro de cada segmento además de para el total de la muestra en cada región. El segmento 1 se caracteriza por presentar un mayor nivel de conocimiento y compra de las marcas de carne de vacuno que el segmento 2 en todas las regiones. En consecuencia, se les denomina como "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" (Co) y "Menos conocedor y menos comprador de carne de vacuno con marca" (NoCo), respectivamente. Los dos segmentos de consumidores presentan tamaños similares, representando aproximadamente la mitad del total de la muestra, a excepción de Cataluña, en la que únicamente un 24% de la muestra pertenece al segmento "Co".

Calidad percibida en el momento de la compra de carne de vacuno

En el cuestionario también se preguntaba a los encuestados que señalaran qué atributos indican una mayor calidad en el momento de

la compra. El estadístico Kruskal Wallis muestra la presencia de diferencias regionales significativas en la mayoría de los atributos que actúan como indicadores de calidad en el momento de la compra. Por lo tanto, después de presentar por orden de importancia en términos medios cuáles son esos atributos en el total de la muestra (Figura 2), se indican las marcas (Tabla 2) y el resto de atributos relevantes (Tabla 3) que utilizan como señales de calidad en cada región. No obstante, las Tablas 2 y 3 también incorporan la informa-

ción de aquellos atributos en los que no se obtuvieron diferencias significativas en algunas regiones para proporcionar una información más completa y detallada. Un primer resultado a destacar en la Figura 2 es que en promedio, ninguna de las características propuestas se descartan como indicadores de calidad (los valores medios superan el punto medio de la escala). Según esta Figura los atributos más relevantes para inferir la calidad de la carne de vacuno en el momento de la compra son los de confianza, lo que po-

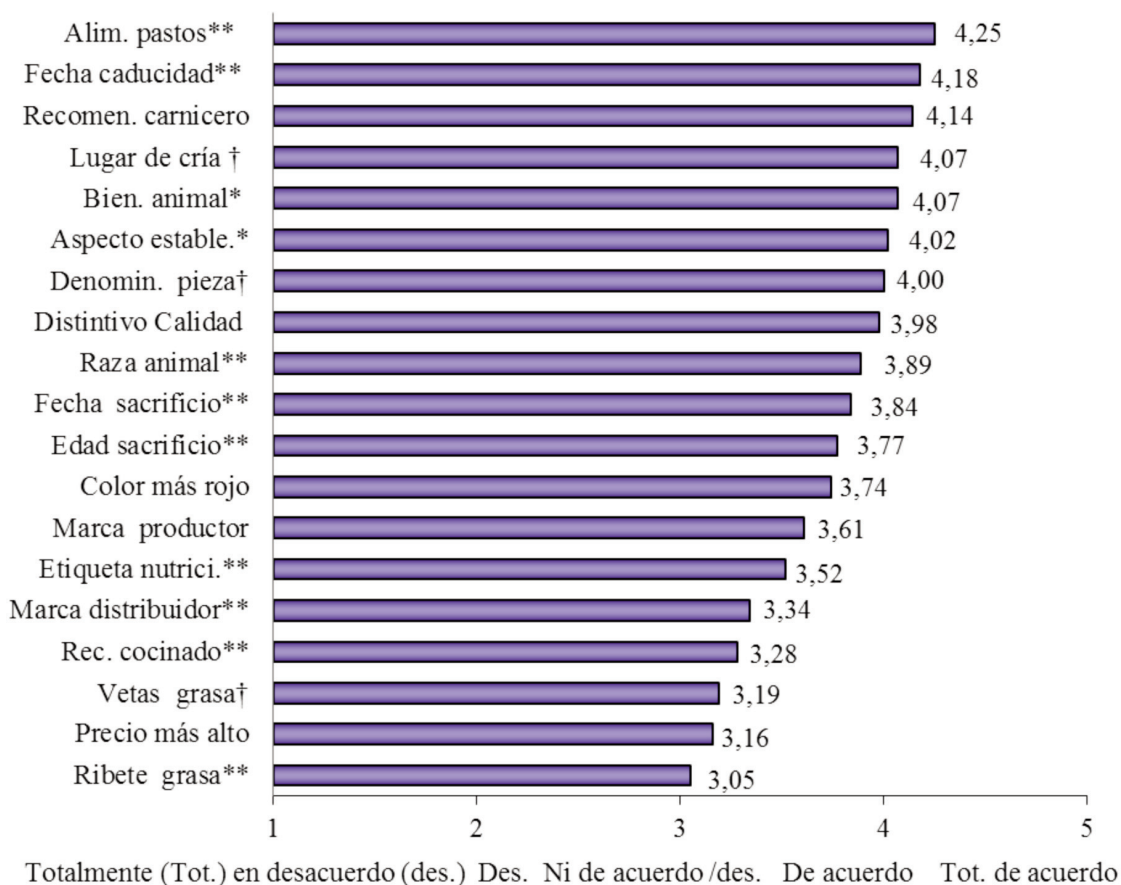


Figura 2. Principales atributos que actúan como indicadores de la calidad en el momento de la compra.

Figure 2. Main attributes indicating quality at the moment of purchase.

** , * y † indican la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre las regiones según el estadístico Kruskal Wallis al 1, 5 y 10%, respectivamente.

Tabla 2. Marcas que actúan como indicadores de la calidad en el momento de la compra dentro de cada cluster en las regiones analizadas y entre regiones
 Table 2. Brands indicating quality at the moment of purchase within each cluster and across regions

Indicadores de calidad ¹	Aragón			Cataluña			Midi-Pyrénées			Languedoc-Roussillon		
	Segmentos ²			Segmentos ²			Segmentos ²			Segmentos ²		
	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total
Distintivo de Calidad	3,99 (+) ³	3,93 (-)	3,96	4,07 (+)	3,89 (-)	3,93	4,05 (+)	3,98 (-)	4,00	4,06 (+) [†]	3,93 (-) [†]	4,02
Marca del Productor	3,72 (+) [*]	3,51 (-) [*]	3,61	3,86 (+) [*]	3,61 (-) [*]	3,67	3,66 (+)	3,55 (-)	3,56	3,78 (+) ^{**}	3,32 (-) ^{**}	3,61
Marca del Distribuidor	3,51 (+) [*]	3,28 (-) [*]	3,39	3,72 (+) [*]	3,47 (-) [*]	3,53	3,46 (+) ^{**}	3,10 (-) ^{**}	3,13	3,23 (+) [†]	3,02 (-) [†]	3,28
			**			**			**			**

** , * y [†] indican la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los segmentos de cada región según el estadístico U-Mann Whitney o Kruskal Wallis entre las propias regiones al 1, 5 y 10%, respectivamente.

¹ Las respuestas de los consumidores se incluyeron dentro de una escala que estaba comprendida entre 1 = Totalmente en desacuerdo y 5 = Totalmente de acuerdo.

² "Co" y "NoCo" se refieren a los segmentos denominados como "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" y "Menos conocedor y menos comprador de carne de vacuno con marca", respectivamente.

³ (+) y (-) indican que los consumidores en ese segmento están de acuerdo con que las marcas actúan como indicadores de calidad en mayor o menor medida que la media regional, respectivamente.

dría estar relacionado con el nivel de experiencia o de familiaridad con el producto (Banoovic et al., 2012). En otro estudio realizado con la misma muestra de consumidores (Sanjuán et al., 2012) se ha podido comprobar que los encuestados se consideran a sí mismos más expertos en el consumo y el cocinado de carne de vacuno que en la compra, por lo tanto podría ocurrir que necesiten obtener información en mayor medida de los atributos de confianza. No obstante, también podría ser debido a la mayor preocupación que existe en los últimos años por los temas relacionados con la salubridad y las características saludables de los alimentos como se comentaba en el apartado de la introducción (Espinoza et al., 2015), que se materializa en un mayor interés por el uso de atributos que garanticen esas características.

De manera específica, los resultados indican que la alimentación basada en pastos y la fecha de caducidad actúan como poderosas señales de calidad. Otros atributos relevantes según los encuestados son los relacionados con el lugar de compra, como es el caso de la recomendación del carnicero, y en menor medida el aspecto del establecimiento, así como con aspectos tanto de la crianza del animal (el lugar de cría y el bienestar animal) como de la carne de vacuno (la denominación de la pieza o el corte de la carne). La relevancia de estos atributos se ha confirmado en otros estudios. En este sentido, Bernués et al. (2003b) y Olaizola et al. (2005) señalaron la alimentación del animal y el bienestar animal como los atributos más importantes en la decisión de compra de carne de vacuno, mientras que Bernués et al. (2003a) indicaron que la fecha de caducidad era el atributo más demandado por los consumidores en el momento de la compra. Sánchez et al. (2001) mostraron que la confianza en el carnicero era uno de los atributos más relevantes, mientras que Bernués et al. (2003a) señalaron que el origen y el corte de la carne se encontraban entre los atributos más importantes para determinar la calidad de la carne.

La marca, pero sobre todo el distintivo de calidad es un atributo valorado en el momento de la compra de carne de vacuno por los consumidores según la literatura (Olaizola et al., 2012; Olaizola et al., 2005). En términos medios, el distintivo de calidad es el que más influencia tiene en la percepción de la calidad, siendo a su vez mayor el impacto de la marca del productor que la del distribuidor. Este resultado está en consonancia con los que se han obtenido en otros estudios, como Guerrero et al. (2000), quienes consideraron que a pesar de que la marca del distribuidor está ganando relevancia en las últimas décadas, todavía se percibe como de menor calidad en comparación con la marca del productor.

Por otra parte, Bernués et al. (2003b) u Olaizola et al. (2005), obtuvieron como resultado que la raza se encuentra entre los atributos menos importantes, por lo tanto le asignarían menor relevancia que en nuestro estudio, y argumentan que esto puede ser motivado por la escasa información que recibe el consumidor sobre la raza del animal en el momento de la compra. En nuestro caso, el grado de conocimiento de las distintas razas, y la asociación entre raza y calidad organoléptica por parte de los consumidores, podrían ser objeto de futuros estudios que completarían trabajos previos sobre aceptabilidad sensorial de la carne de razas específicas (Ripoll et al., 2014; Panea et al., 2009).

La fecha y la edad de sacrificio tendrían una importancia media alta, al igual que en Mtimet et al. (2013), mientras que la presencia de un color más rojo y de una etiqueta nutricional se podría considerar como media, siendo la recomendación del modo de cocinado, la existencia de ribete y vetas de grasa infiltrada, o de un precio más alto los menos influyentes. En el caso del precio y la grasa hay que ser cauteloso con el resultado que se obtiene de la puntuación media porque las preferencias de algunos consumidores podrían ser opuestas (Resano et al., 2012), de

Tabla 3. Principales atributos que indican la calidad en el momento de la compra dentro de cada cluster en las regiones analizadas
 Table 3. Main attributes indicating quality at the moment of purchase within each cluster across regions

Indicadores de calidad ¹	Aragón			Cataluña			Midi-Pyrénées			Languedoc-Roussillon		
	Segmentos ²			Segmentos ²			Segmentos ²			Segmentos ²		
	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total
Alim. pastos	4,24 (+) ^β	4,11 (-)	4,17 **	4,48 (+)	4,30 (-)	4,35 **	4,16 (+)	4,15 (-)	4,16 **	4,40 (+) ^{**}	4,22 (-) ^{**}	4,32 **
Fecha caducid.	4,32 (+) ^{**}	4,06 (-) ^{**}	4,18 **	4,48 (+) ^{**}	4,20 (-) ^{**}	4,27 **	4,35 (+) ^{**}	4,15 (-) ^{**}	4,25 **	4,12 (+) ^{**}	3,85 (-) ^{**}	3,99 **
Rec. carnícero	4,24 (+)	4,11 (-)	4,17	3,92 (-) [†]	4,20 (+) [†]	4,13	4,14 (-)	4,15 (+)	4,15	4,14 (+)	4,07 (-)	4,11
Lugar cría	4,02 (+)	3,95 (-)	3,98	4,23 (+)	4,07 (-)	4,11	4,13 (+)	4,05 (-)	4,09	4,21 (+) ^{**}	3,96 (-) ^{**}	4,10
Bien. animal	4,04 (+)	3,88 (-)	3,96	4,25 (+)	4,04 (-)	4,09	4,13 (+)	4,03 (-)	4,08	4,24 (+) [†]	4,08 (-) [†]	4,16
Aspecto estable.	4,08 (+)	4,07 (-)	4,08	3,94 (-)	4,09 (+)	4,06	4,01 (-)	4,03 (+)	4,02	3,94 (+)	3,89 (-)	3,92
Denomin. pieza	4,06 (+)	3,95 (-)	4,01	4,22 (+) ^{**}	3,88 (-) ^{**}	3,96	4,16 (+)	4,04 (-)	4,10	3,91 (-)	3,96 (+)	3,94
Raza animal	3,85 (+) [*]	3,67 (-) [*]	3,76	3,90 (+)	3,76 (-)	3,80	4,04 (+)	3,90 (-)	3,97	4,11 (+) ^{**}	3,91 (-) ^{**}	4,01
Fecha sacrificio	3,99 (+)	3,73 (-)	3,85	3,84 (+)	3,65 (-)	3,70	4,10 (+) ^{**}	3,83 (-) ^{**}	3,97	3,89 (+) [†]	3,76 (-) [†]	3,83
Edad sacrificio	3,97 (+)	3,94 (-)	3,95	3,89 (+) [*]	3,64 (-) [*]	3,70	3,76 (+)	3,62 (-)	3,69	3,68 (-)	3,75 (+)	3,72

Tabla 3. Principales atributos que indican la calidad en el momento de la compra dentro de cada cluster en las regiones analizadas (continuación)
 Table 3. Main attributes indicating quality at the moment of purchase within each cluster across regions (continuation)

Indicadores de calidad ¹	Aragón			Cataluña			Midi-Pyrénées			Languedoc-Roussillon		
	Segmentos ²			Segmentos ²			Segmentos ²			Segmentos ²		
	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total
Color más rojo	3,70 (+)	3,59 (-)	3,64	3,84 (+)**	3,74 (-)**	3,76	3,94 (+)**	3,64 (-)**	3,79	3,86 (+)**	3,66 (-)**	3,77
Etiqueta nutricional.	3,72 (+)	3,49 (-)	3,60	3,89 (+)**	3,60 (-)**	3,67	3,62 (+)	3,48 (-)	3,55	3,35 (+)*	3,13 (-)*	3,24
Rec. cocinado	3,40 (+)	3,18 (-)	3,28	3,52 (+)	3,27 (-)	3,33	3,37 (-)	3,41 (+)	3,39	3,15 (+)	3,07 (-)	3,11
Vetas grasa	3,16 (-)	3,25 (+)	3,21	3,51 (+)*	3,21 (-)*	3,28	3,19 (-)	3,20 (+)	3,20	3,05 (-)	3,08 (+)	3,07
Precio más alto	3,13 (-)	3,23 (+)	3,18	3,00 (-)	3,23 (+)	3,17	3,12 (+)	3,08 (-)	3,10	3,32 (+)*	3,07 (-)*	3,20
Ribete grasa	3,20 (+)	3,18 (-)	3,19	3,40 (+)	3,30 (-)	3,32	2,87 (-)	2,94 (+)	2,90	2,86 (+)	2,70 (-)	2,79

** , * y † indican la presencia de diferencias entre los segmentos según el estadístico U-Mann Whitney, o Kruskal Wallis entre las principales regiones al 1, 5 y 10%, respectivamente.

¹ Escala comprendida entre 1 = Totalmente en desacuerdo y 5 = Totalmente de acuerdo.

² "Co" y "NoCo" se refieren a los segmentos denominados como "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" y "Menos conocedor y menos comprador de carne de vacuno con marca", respectivamente.

³ (+) y (-) indican que los consumidores en ese segmento están de acuerdo con que los atributos actúan como indicadores de calidad en mayor o menor medida que la media regional, respectivamente.

manera que para algunos consumidores el elevado precio o la existencia de cierta cantidad de grasa podrían impedir la compra, mientras que para otros consumidores actuarían como un importante indicador de calidad. De hecho, la cuarta parte de los encuestados muestra su desacuerdo (valores 1-totalmente en desacuerdo y 2-en desacuerdo de la escala) con que precio alto, grasa infiltrada o en ribete sean señales de calidad, mientras que otros tantos muestran la opinión opuesta (valores 4-de acuerdo y 5-totalmente de acuerdo de la escala). Sanjuán y Khlijji (2016) obtuvieron, mediante un experimento de elección aplicado a la misma muestra de consumidores, que aunque existía una cierta heterogeneidad en las preferencias, los consumidores eran muy sensibles al precio, probablemente por la influencia que la crisis económica ejerce sobre su decisión de compra, y preferían la carne con una cantidad baja o media de grasa. Sánchez et al. (2001) obtuvieron también como resultado que el color, la etiqueta y el precio se encontraban entre los indicadores que menos se asocian con la calidad. La menor importancia concedida a recomendaciones sobre el modo de cocinado también coincide con el resultado de Bernués et al. (2003a) obtenido para los consumidores españoles, lo que puede ser debido a que esta información la puede proporcionar el carnicero cuyo asesoramiento se considera bastante relevante por parte de los encuestados. Estos resultados ponen de manifiesto que hay aspectos no suficientemente comunicados en la actualidad y que, sin embargo podrían ser relevantes de cara a informar al consumidor sobre la calidad de la carne de vacuno. Entre ellos destacan aquellos relacionados con la alimentación del ganado y el bienestar animal. En ausencia de una comunicación verbal por parte del carnicero o de una marca comercial o distintivo de calidad que actúe como garante de estos atributos, se podrían comunicar a través de carteles o etiquetas.

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre regiones en el caso de la utilización de la marca del distribuidor ($P < 0,05$), y en menor medida del productor ($P < 0,15$), sin que se obtuvieran diferencias en el del distintivo de calidad, como se muestra en la Tabla 2. A pesar de ello, y considerando los valores medios en lo que respecta a la marca del productor, Cataluña sería la región donde este tipo de marca actúa como un indicador de calidad más poderoso con una puntuación media de 3,67. En relación con la marca del distribuidor, Cataluña y Midi-Pyrénées son las regiones donde más (con una media de 3,53) y donde menos (3,13) relevancia tendría la marca de distribuidor como señal de calidad, respectivamente. De estos resultados se deriva que Cataluña se podría considerar como la región donde los participantes en el estudio emplean en mayor medida la carne de vacuno con marca para inferir la calidad en el momento de la compra.

Sin embargo, dada la dificultad de evaluar la calidad de la carne de vacuno en el momento de la compra, otros atributos pueden actuar como indicadores suplementarios de calidad relevantes, e incluso en mayor medida que la marca, como se observa en la Tabla 3. En particular, Cataluña sería la región donde más se valoran los atributos que para el conjunto de la muestra se observan como más relevantes (los relacionados con la crianza del animal, su transporte o el lugar de compra), en su mayoría conjuntamente con Languedoc-Roussillon, siendo ésta última región a su vez donde menos se valoran los que actúan también como indicadores de calidad en menor medida para el total de la muestra (aquellos relacionados con algunos de los aspectos de la carne como son la presencia de grasa, la recomendación del modo de cocinado y la etiqueta nutricional).

Los resultados revelan la presencia de diferencias interregionales. En particular, Cataluña presenta un comportamiento específico

en la utilización de marcas, fundamentalmente la marca colectiva del productor y de uso individual del distribuidor, y de otros atributos que son incluso más relevantes que para el conjunto de encuestados para inferir la calidad en el momento de la compra.

Calidad percibida en función de la familiaridad con la carne de vacuno con marca

La aplicación del estadístico de la U-Mann Whitney demuestra la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre segmentos, aunque no en todas las regiones. Según la información presentada en la Tabla 2 el primer segmento que se define como más "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" es el que está más de acuerdo con que la presencia de una marca actúa como un indicador de la calidad del producto, a pesar de que las diferencias en el caso del distintivo de calidad entre segmentos no sean significativas en Aragón y en Midi-Pyrénées, y en Cataluña sea escasamente significativo ($P < 0,15$). Este resultado confirma la tesis defendida por Banovic et al. (2012), quienes señalan que la influencia que ejercen los indicadores de calidad sobre las expectativas de los consumidores depende de la familiaridad con esos indicadores. Se ha comprobado por tanto que existe un cierto grado de consistencia entre el nivel de familiaridad de los consumidores con las marcas y su utilización como indicadores de calidad.

Además, en términos generales, los atributos suplementarios tienen un impacto mayor para aquellos consumidores que están más familiarizados con la carne con marca. Sánchez et al. (2001) también obtuvieron como resultado de su investigación que los compradores de carne de ternera con distintivo de calidad asignaron mayores puntuaciones que los compradores de carne sin esta marca a todos los atributos que se consideraban relevantes

en la decisión de compra, probablemente esto sea debido a su mayor implicación en la compra de carne de vacuno. Asimismo, Sans y Sanjuán-López (2015) demostraron con la misma muestra de consumidores que en este estudio que aquellos consumidores que compran más carne de vacuno con distintivo de calidad, también confían más en la utilización de la certificación de bienestar animal y están dispuestos a pagar más por ella en el momento de la compra.

Perfil de la muestra de consumidores

En primer lugar, los resultados del test de Chi-cuadrado muestran la ausencia de diferencias significativas entre la muestra y la población regional en términos de sexo y edad. Posteriormente, y después de agrupar a los participantes en los dos segmentos anteriormente definidos en función de su nivel de familiaridad con las marcas de carne de vacuno se ha contrastado si existe asociación entre los segmentos y las características socio-demográficas y de hábitos de consumo de los encuestados mediante el test de Chi-cuadrado (Tabla 4), así como diferencias interregionales considerando la prueba z. De esta manera, el segmento "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" se diferencia del "Menos conocedor y menos comprador de carne de vacuno con marca" por estar compuesto en mayor proporción por consumidores con edad media (un 60% de los que se encuentran entre 35 y 65 años pertenecen al segmento conocedor respecto a un 46% del segundo segmento en Aragón ($P < 0,10$), y en Midi-Pyrénées un 57% respecto a un 49% ($P < 0,10$)), siendo estos consumidores por lo tanto los que confieren mayor relevancia a la marca o al distintivo de calidad como información determinante de la compra de carne de vacuno. Este resultado está en concordancia con el estudio realizado por Sepúlveda et al. (2008), quienes señalan que los encuestados entre 35 y 64 años son los

Tabla 4. Características socio-demográficas y de hábitos de consumo de encuestados dentro de cada uno de los segmentos y en cada una de las regiones objeto de estudio
 Table 4. Respondents' socio-demographic characteristics and consumption habits within each cluster across regions

(%)	Aragón			Cataluña			Midi-Pyrénées			Languedoc-Roussillon		
	Segmentos ¹			Segmentos ¹			Segmentos ¹			Segmentos ¹		
	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total	Co	NoCo	Total
Sexo:	<i>Características socio-demográficas</i>											
Hombre	51	46	49a ³	49	48	48a	48	48	48a	42	40	41a
Mujer	49	54	51a	51	52	52a	53	52	52a	58	60	59a
Mues.-Pobl.	$X^2; P = 1,00$			$X^2; P = 1,00$			$X^2; P = 0,89$			$X^2; P = 0,32$		
Edad:												
18-34 años	25 [†]	36 [†]	31a	21	25	24c	35 [†]	36 [†]	36a,b	44	42	43b
35-65 años	60 [†]	46 [†]	54a	71	68	68b	57 [†]	49 [†]	53a	47	52	49a
>65 años	15 [†]	16 [†]	15a	8	8	8b	8 [†]	15 [†]	11a,b	9	6	8b
Mues.-Pobl.	$X^2; P = 0,82$			$X^2; P = 0,11$			$X^2; P = 0,73$			$X^2; P = 0,26$		
Ocupación:												
Ama casa	9	15	12a	14	16	16a	8	6	7b	8 [*]	2 [*]	5b
Jubilado	16	14	15a	11	12	12a	11	20	16a	7 [*]	11 [*]	14a
Estudiante	9	14	12a	10	9	9a	9	8	9a	25 [*]	23 [*]	24b
Desempleo	4	2	3a	16	13	13b	10	8	9b,c	4 [*]	7 [*]	5a,c
Empleado	62	55	59a,b	49	50	50c	62	57	6b	46 [*]	57 [*]	51a,c
Nivel estud. ² :												
Primarios	14	17	15a	10	11	11a	2	6	4b	3	4	3b
Secund.	38	31	35a	66	60	60b	65	61	63b	67	60	64b
Universi.	48	52	50a	25	29	29b	33	33	33b	30	36	33b
Nivel ingresos:												
<1500 €	25	32	29a	27	28	28a	37	30	33a	32 ^{**}	37 ^{**}	34a
1500-3000 €	51	52	51a,b	58	55	56a	46	48	47b,c	48 ^{**}	31 ^{**}	40c
>3000 €	24	16	20a,b	15	17	16a	17	22	20a,b	20 ^{**}	32 ^{**}	26b
Frecuencia de consumo en el hogar (veces/semana): Hábitos de consumo												
Varias	46	39	42a	63	59	60b	60	56	58b,c	57 ^{**}	44 ^{**}	51c

** , * y † indican la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los segmentos de cada región al 1, 5 y 10%, respectivamente según el estadístico de Chi-cuadrado.

¹ "Co" y "NoCo" se refieren a los segmentos denominados como "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" y "Menos conocedor y menos comprador de carne de vacuno con marca", respectivamente.² No se han encontrado diferencias significativas entre segmentos.

Los porcentajes con la misma letra indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre regiones al 5% según la prueba z.

que más compran carne con distintivo de calidad. Sin embargo, no existe un acuerdo en la literatura sobre la influencia de la edad del consumidor sobre su decisión de compra de carne con dicho distintivo. En este sentido, Bernués *et al.* (2003a, b) afirman que los consumidores jóvenes (menores de 36 años) son los que más compran carne de vacuno con marca, mientras que Martínez *et al.* (2007) y Sánchez *et al.* (2001) indican que son aquellos de mayor edad. La renta neta mensual de la unidad familiar del segmento "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca" se encuentra en un mayor porcentaje que en el segundo segmento entre 1500 y 3000 € en Languedoc-Roussillon (un 48% respecto a un 31% del otro segmento; $P < 0,01$). Sepúlveda *et al.* (2008) también señalaron que aquellos consumidores más familiarizados con el distintivo de calidad se caracterizaban a su vez con niveles de renta medio (1500-3000 €) y alto (3000 €), al igual que Olaizola *et al.* (2005). No se han encontrado diferencias significativas entre segmentos con respecto al sexo, nivel de estudios, y atendiendo a la ocupación de los encuestados, lo más reseñable es que el porcentaje de amas de casa conocedoras y compradoras de carne con marca es mayor (8 vs 2% en Languedoc-Roussillon; $P < 0,05$) que el perteneciente al segundo segmento, probablemente porque están más involucradas en el proceso de compra para su hogar. En relación a los hábitos de consumo, se ha analizado la frecuencia de consumo en el hogar, como se muestra al final de la Tabla 4. Los resultados indican que aquellos encuestados pertenecientes al primer segmento, consumen a su vez carne de vacuno con mayor asiduidad, aunque estas diferencias sean estadísticamente significativas únicamente en Languedoc-Roussillon ($P < 0,01$). Por lo tanto, se podría asumir la existencia de una cierta asociación entre la familiaridad con la marca y con el propio producto. Además de ello, existen algunas diferencias interregionales ($P < 0,05$) para el to-

tal de la muestra en todas las características socio-demográficas a excepción del sexo del encuestado, así como en la frecuencia de consumo. Los diferencias más apreciables se observan en Cataluña con un menor porcentaje de consumidores jóvenes (24%, situándose en las demás regiones entre un 30 y un 42%), un mayor porcentaje con edad comprendida entre 35 y 65 años (68% respecto a aproximadamente la mitad de los participantes en las otras regiones) y un mayor porcentaje de encuestados que consumen varias veces a la semana (rondando el 60% al igual que en Midi-Pyrénées, respecto a un 42 y un 51%), y en Aragón con el menor porcentaje de consumidores con estudios secundarios (35% respecto a entorno a un 60% en el resto), y a su vez el mayor de estudios superiores, con la mitad de participantes, rondando el 30% en el resto de regiones.

Conclusiones

Este estudio se ha realizado en dos regiones españolas (Aragón y Cataluña) y otras dos francesas (Midi-Pyrénées y Languedoc-Roussillon) situadas a ambos lados de los Pirineos. La novedad del trabajo radica en el análisis de la influencia que ejerce la familiaridad con la carne de vacuno con marca desde tres puntos de vista, que hasta el momento no se han empleado en la literatura académica, o que se han aplicado centrándose únicamente en el estudio de la carne con distintivo de calidad. En primer lugar, el análisis pormenorizado del conocimiento y compra declarados distinguiendo por tipos de marcas; en segundo lugar su impacto sobre la utilización de señales de calidad en el momento de la compra, y por último, la adopción de un enfoque interregional, que permite captar en mayor medida la posible heterogeneidad existente en las áreas geográficas que son objeto de estudio. La investigación se ha llevado

a cabo fundamentalmente mediante la aplicación de una segmentación en dos etapas, pruebas no paramétricas y de medidas de asociación bivariantes.

Los atributos más relevantes como señales de calidad en el momento de la compra serían los relacionados con la crianza del animal, la fecha de caducidad, los aspectos relacionados con el lugar de compra, y la denominación de la pieza. La marca, pero fundamentalmente el distintivo de calidad sería bastante valorado por los consumidores. La raza, las características del sacrificio, la presencia de un color más rojo o de una etiqueta nutricional tendrían una importancia media. La recomendación del modo de cocinado, o de un precio más alto, y los aspectos relacionados con la grasa serían los indicadores relativamente menos influyentes. Los resultados también indican la presencia de diferencias significativas no sólo entre países sino también entre regiones dentro del mismo país. Este hecho corrobora la importancia de estudiar las diferencias interregionales existentes, mostrando Cataluña un cierto perfil distintivo.

Mediante el análisis cluster aplicado al nivel de conocimiento y compra declarados de carne de vacuno, se han obtenido dos segmentos de consumidores: el primero denominado como más "Conocedor y comprador de carne de vacuno con marca", mientras que el segundo se denomina "Menos conocedor y menos comprador de carne de vacuno con marca", existiendo un cierto grado de consistencia entre el nivel de conocimiento y compra de la carne con marca y la influencia que ejerce al evaluar la calidad del producto. En relación con las características socio-demográficas, se puede mencionar que el segmento más familiarizado con la carne con marca está formado en mayor medida por personas de edad intermedia y nivel

de ingresos medios, y no se han encontrado diferencias significativas respecto al sexo del encuestado ni su nivel de estudios. Además, los integrantes de este segmento consumen carne de vacuno con mayor frecuencia, lo que se podría interpretar como que también están más familiarizados con el producto, existiendo por tanto una cierta asociación entre ambos tipos de familiaridad.

Por último, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que los productores de carne con marca que vayan a desarrollar una campaña de marketing deberían dirigirla al segmento específico de consumidores que sea potencialmente más receptivo hacia ese producto, considerando las peculiaridades regionales. En este caso, estaría compuesto por consumidores de edad media y nivel de ingresos medios, siendo Cataluña la región más propicia para afianzar el papel que juegan las marcas de carne de vacuno como señales de calidad en el momento de la compra. No obstante, aumentar el reconocimiento de las marcas de carne de vacuno y fomentar la lealtad del consumidor hacia este tipo de atributos podría ser una estrategia efectiva en todos los mercados fronterizos.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado con fondos FEDER de la UE, Programa Operativo de Cooperación España Francia Andorra, 2007-2012 (POCTEFA), Proyecto OTRAC. Los autores agradecen a la coordinadora del proyecto (Pilar Santolaria) la ayuda proporcionada y al resto de investigadores su colaboración en la realización de las encuestas a consumidores (Gabriela Zeballos, Ana Guerrero, Pierre Sans, Nuria Panella-Riera, Saoussan Khlijji, Maria Angels Oliver, Mari Mar Campo y Carlos Sañudo).

Bibliografía

- Banovic M, Grunert K, Barreira M M, Fontes M A (2010). Beef quality perception at the point of purchase. A study from Portugal. *Food Quality and Preference* 20: 335-342.
- Banovic M, Fontes M A, Barreira MM, Grunert K (2012). Impact of product familiarity on beef quality perception. *Agribusiness* 28(2): 157-172.
- Bernués A, Olaizola A, Corcoran K (2003a). Labelling information demanded by European consumers and relationships with purchasing motives, quality and safety of meat. *Meat Science* 65: 1095-1106.
- Bernués A, Olaizola A, Corcoran K (2003b). Extrinsic attributes of red meat as indicators of quality in Europe: an application for market segmentation. *Food Quality and Preference* 14: 265-276.
- BEUC (2015). Close-up on the meat we eat. Consumers want honest labels. The European Consumer Organization. Disponible en: http://www.beuc.eu/publications/Close-up_on_the_meat_we_eat_Consumers_want_honest_labels.pdf (acceso abril 2016).
- Bredahl L (2003). Cue utilisation and quality perception with regard to branded beef. *Food Quality and Preference* 15: 65-75.
- Brunso K, Fjord TA, Grunert KG (2002). Consumers' food choice and quality perception. Aarhus School of Business, Aarhus, Denmark. MAPP Working Paper No. 77.
- Compés R (2002). Atributos de confianza, normas y certificación. Comparación de estándares para hortalizas. *Economía Agraria y de los Recursos Naturales* 2(1): 115-130.
- Darby MR, Karni E (1973). Free Competition and the Optimal Amount of Fraud. *Journal of Law and Economics* 16: 67-88.
- DOCE (1992). Reglamento del Consejo Europeo 2081/92 (RCE) relativos a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea* núm. L. 208/1, de 24 de julio de 1992.
- DOCE (2012). Reglamento del Consejo Europeo 1151/2012 (RCE) sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios. *Diario Oficial de la Unión Europea* núm. L. 343/1, de 14 de diciembre de 2012.
- Espinoza T, Mesa FR, Valencia E, Quevedo R (2015). Tipos de fraudes en carnes y productos cárnicos: una revisión. *Scientia Agropecuaria* 6(3): 223-233.
- Grunert KG, Bredahl L, Brunso K (2004). Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector-a review. *Meat Science* 66: 259-272.
- Guerrero L, Colomer Y, Guàrdia M D, Xicola J, Clotet R (2000). Consumer attitude towards store brands. *Food Quality and Preference* 11: 387-395.
- Kotler P, Armstrong G, Saunders J, Wong V (2006). *Principles of Marketing*. Ed. Pearson Prentice Hall, Europa.
- Lancaster KJ (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy* 74: 132-157.
- Largo R (2006). *Las marcas colectivas y las marcas de garantía*, 2ª Ed. Thomson Civitas, España. 350 pp.
- Martínez S, Hanagriff R, Lau M, Harris M (2007). Determining the factors affecting demand for branded beef: Applying a logit model to 2004 Neilson home-scan data. *Journal of Business & Economics Research* 11(5): 95-102.
- Mittal V, Kamakura W A, Govind R (2004). Geographic patterns in customer service and satisfaction: An empirical investigation. *Journal of Marketing* 68: 48-62.
- Mooi E, Sarstedt M (2011). *A concise guide to market research. The process, data, and methods using SPSS statistics*, 1st Ed. Springer, Nueva York, EE.UU. 306 pp.
- Mtimet N, Aroua H, Slimene A (2013). El comportamiento de los consumidores tunecinos de carne de ternera. En: *Marketing agroalimentario: Aplicaciones metodológicas y estudios de caso en el contexto global* (Ed. Espejel-Blanco J, Camarena-Gómez DMJ, Salgado-Beltrán L), pp. 49-60. Pearson, México.

- Nelson P (1970). Information and consumer behaviour. *Journal of Political Economy* 78: 311-329.
- Olaizola A, Whebi Z, Manrique E. (2005). Quality perception and consumer attitudes to «specific quality beef» in Aragón, Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research* 3(4): 418-428.
- Olaizola A, Bernués A, Blasco I, Sanz A (2012). Perspectivas de una carne de calidad diferenciada: análisis exploratorio para la carne de vacuno "Serrana de Teruel". *ITEA: Información Técnica Económica Agraria* 108 (4): 1-17.
- Oliver R (1993). Cognitive, affective, and attribute bases of the satisfaction response. *Journal of Consumer Research* 20: 418-430.
- Panea B, Casasús I, Blanco M, Joy M (2009). The use of correspondence analysis in the study of beef quality: a case study on Parda de Montaña breed. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(4): 876-885.
- Resano H, Sanjuán A I, Sans P, Panella-Riera N, Campo M M, Khliji S, Oliver M A, Sañudo C, Santolaria P (2011). The role of brands for consumers across the Pyrenees. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7-12 agosto 2011, Gante, Bélgica.
- Resano H, Sanjuán AI, Albisu LM (2012). Consumers' response to the EU Quality policy allowing for heterogeneous preferences. *Food Policy* 37: 355-365.
- Ripoll G, Blanco M, Albertí P, Panea B, Joy M, Casasús I (2014). Effect of two Spanish breeds and diet on beef quality including consumer preferences. *Journal of Science of Food and Agriculture* 94(5): 983-992.
- Sánchez M, Sanjuán A I, Akl G (2001). El distintivo de calidad como indicador de seguridad alimenticia en carne de vacuno y cordero. *Economía Agraria y Recursos Naturales* 1(1): 77-94.
- Sánchez M, Galera MC, Segovia C, Marin GM (2007). Estrategias y acciones de innovación en las empresas agrarias, Ed. Universidad de Almería, España. 288 pp.
- Sanjuán AI, Resano H, Zeballos G, Sans P, Panella-Riera N, Campo MM, Khliji S, Guerrero A, Oliver MA, Sañudo C, Santolaria P (2012). Consumers' willingness to pay for beef direct sales. A regional comparison across the Pyrenees. *Appetite* 58: 1118-1127.
- Sanjuán AI, Khliji S (2016). Urban consumers response to the EU mountain labelling: an empirical application in Southern Europe. *New Medit* 15(1): 72-80.
- Sans P, de Fontguyon G, Giraud G (2008). Value-based labels for fresh beef: an overview of French consumer behaviour in a BSE crises context. *International Journal of Consumer Studies* 32: 407-413.
- Sans P, Sanjuán-López A I (2015). Beef animal welfare, attitudes and Willingness to Pay: A regional comparison across the Pyrenees. *Spanish Journal of Agricultural Research* 13(3): e0105.
- Sepúlveda W, Maza MT, Mantecón AR (2008). Factors that affect and motivate the purchase of quality-labelled beef in Spain. *Meat Science* 80: 1282-1289.
- Thelen S, Ford J B, Honeycutt, E D (2006). The impact of regional affiliation on consumer perceptions of relationships among behavioral constructs. *Journal of Business Research* 59: 965-973.
- (Aceptado para publicación el 22 de septiembre de 2016)

El impacto de la certificación ambiental Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) en el rendimiento financiero de las empresas agrícolas

J.A. Cavero-Rubio* y A. Amorós-Martínez

Departamento de Estudios Económicos y Financieros, Universidad Miguel Hernández de Elche, Avda. de la Universidad s/n. 03202, Elche, Alicante, España

Resumen

La certificación por organismos externos de los sistemas de gestión ambiental conforme a normas internacionales es una práctica que se ha extendido en las últimas décadas en las empresas agrícolas. La certificación supone disponer de un sistema de gestión ambiental con el cual minimizar los impactos negativos externos y mejorar el rendimiento ambiental. Sin embargo, a pesar de que también incide positivamente en el funcionamiento interno de la organización, la escasa atención recibida por este aspecto, no ha permitido obtener evidencia para sostener esta afirmación en las empresas agrícolas. Por ese motivo, el objetivo de este trabajo es estudiar si existe una relación positiva entre certificación y rendimiento financiero de las empresas agrícolas en función del sector, la crisis y si están internacionalizadas. Por un lado, se han analizado los ratios vinculados con la organización: rentabilidad económica, rentabilidad financiera, margen bruto de explotación, rotación de activos y variación de ventas; y por otro, los ratios relacionados con los recursos humanos: rentabilidad por trabajador y margen económico del personal. Se han estudiado las grandes empresas agrícolas españolas con y sin certificación Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) en 2005-2014. La aplicación de técnicas estadísticas univariantes ha constatado que para la práctica totalidad de ratios, las empresas agrícolas certificadas EMAS alcanzan mejores valores para el agregado de empresas y sectores, si están internacionalizadas y en períodos de crisis. Asimismo, un estudio multivariante indicó que rentabilidad financiera, margen económico del personal, rotación de activos, tamaño, sector, crisis e internacionalización tienen relación con tener el certificado EMAS.

Palabras clave: Sector agrícola, rendimiento financiero, sistema de gestión ambiental (SGA).

Abstract

The Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) environmental certification and its impact on agricultural companies' financial performance

There is an increasing demand for environmental management in the agricultural sector, and certification of environmental management systems by external bodies according to international standards has spread in recent decades. Certification implies having an environmental system whereby negative external impacts are reduced and environmental performance is improved. However, although certification positively affects the internal functioning of organizations, little attention has been given to this aspect, and consequently little evidence has been obtained to sustain this assertion in agricultural companies. For this reason, the aim of this paper is to study whether there is a positive relation between

* Autor para correspondencia: cavero@umh.es

<http://doi.org/10.12706/itea.2017.018>

certification and financial performance in agricultural companies depending on the sector, crisis and internationalization. On the one hand, an analysis is made of the ratios linked to organization: return on assets, return on equity, operating profit margin, asset turnover and sales growth. On the other hand, an analysis is made of human resources ratios: operating income per employee and employee economic margin. To do so, we have studied large Spanish agricultural firms with and without Eco-Management and Audit Scheme certification in the 2005-2014 period. The application of univariate statistical techniques has determined that almost all ratios for agricultural companies with EMAS certification are better, for all companies and sectors, for internationalization and in times of crisis. A multivariate study has shown that return on equity, employee economic margin, asset turnover, size, sector, crisis and internationalization are related to the EMAS certification.

Keywords: Agricultural sector, employee performance, financial performance, environmental management system (EMS).

Introducción

La agricultura ha venido adoptando medidas para minimizar la degradación del medio ambiente que dicha actividad genera y avanzar hacia la consecución de sistemas productivos sostenibles. Una de las prácticas medioambientales más utilizadas es la certificación de sistemas de gestión medioambiental (SGA) realizada por verificadores externos acreditados (Lagodimos *et al.*, 2007). Los principales estándares internacionales de certificación medioambiental son la Eco-Management and Audit Scheme (EMAS), emitida por la Comisión Europea, y la norma 14001, emitida por el International Standard Organization (ISO 14001). Debido a la similitud y compatibilidad existente entre ambas normas, en 2001 EMAS integró el reglamento ISO 14001, pudiendo implantarse un sistema EMAS a partir de un sistema ISO 14001.

En las dos últimas décadas la adopción de estas dos normas ha crecido significativamente y, aunque ambas son de aplicación voluntaria, ISO 14001 ha superado ampliamente a EMAS. Mientras que ISO 14001 ha sido certificada en 300.000 organizaciones de 171 países (Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), 2015), EMAS lo ha sido en más de 4.000 organizaciones de los 28 países de la Unión Europea (Comisión Europea, 2015). Los elementos clave por los que ISO

14001 ha superado cuantitativamente a EMAS son: EMAS se circunscribe al ámbito comunitario, mientras que ISO 14001 tiene un reconocimiento a nivel internacional; la adhesión a EMAS es más costosa que ISO 14001; EMAS hasta 2001 únicamente se aplicaba a empresas industriales; ISO 14001 es emitida por un organismo privado y EMAS por uno público y; finalmente, porque al ser EMAS un reglamento comunitario de carácter legal, la presión reguladora es mayor que en ISO 14001.

Aunque los sectores con elevado impacto ambiental como el agrícola, son más propensos a adoptar un SGA basado en estándares internacionales como ISO 14001 y EMAS (Bellesi *et al.*, 2005), lo hacen fundamentalmente para mejorar el rendimiento ambiental de la organización como respuesta a la presión externa de sus clientes (Pedersen, 2007). Y, a pesar de que el rendimiento financiero es un factor determinante para que las empresas agrícolas adopten prácticas de gestión ambiental (Barr y Cary, 2000), la literatura académica que ha tratado la relación entre certificación medioambiental y rendimiento financiero en la agricultura es escasa. Así pues, el objetivo de este trabajo es analizar si existe relación entre la certificación del SGA en las empresas agrícolas, concretamente EMAS, y el rendimiento financiero de la organización y de los recursos humanos

que la integran. Se ha escogido la certificación EMAS consecuencia de que, como a nivel mundial muchas más empresas han implantado la certificación ISO 14001, la certificación EMAS ha sido poco investigada en la literatura. Situación que se agrava en el caso del sector agrícola, donde la atención dedicada es prácticamente nula y no se ha obtenido evidencia acerca del sentido de esta relación. Además, la consideración de que EMAS es un estándar de excelencia medioambiental más riguroso y exigente que ISO 14001 (Kollman y Prakash, 2002), y que es emitido por un organismo público, hace suponer que sus efectos sobre el rendimiento financiero de las empresas serán diferentes a los de ISO 14001 (Bracke et al., 2008). Otro aspecto por el que se ha elegido EMAS es porque los datos sobre las empresas registradas son fiables, accesibles y abiertos al estar disponibles en una base de datos centralizada, detallada, actualizada y accesible.

Dado que la introducción de variables de control es una práctica habitual para mejorar y enriquecer la profundidad de los estudios realizados en gestión medioambiental y rendimiento financiero (Telle, 2006), se ha procedido a incluir en el trabajo las variables dicotómicas sector, internacionalización y crisis. Y cómo se ha constatado que en gestión ambiental la relación con cada sector es diferente, y que estudiar de forma agregada sectores distintos supondría limitar la validez de los resultados y conclusiones alcanzados, se han introducido diferentes sectores de actividad dentro de las empresas agrícolas para analizar de manera específica la relación entre la certificación EMAS y rendimiento financiero.

Por otro lado, puesto que el mayor acceso a mercados internacionales es uno de los beneficios que pueden conseguirse con la certificación de los sistemas de gestión (Quazi et al., 2001; González-Benito y González-Benito, 2005), la segunda variable que se ha introducido como variable de control es la difusión

internacional de la empresa. La tercera variable moderadora que se ha tomado en consideración en el estudio es la relación existente entre certificación y crisis, más si se tiene en cuenta que la ausencia de trabajos durante la crisis actual hace que se desconozca su efecto sobre la relación estudiada (Vicente et al., 2012, Heras-Saizarbitoria et al., 2016).

Finalmente, indicar que el tamaño de las empresas agrícolas es una variable que también se ha incluido en este trabajo en un doble sentido. En primer lugar, como variable de control, ya que diversos estudios han puesto de manifiesto la relación entre el tamaño de la empresa y los efectos de la certificación en el rendimiento financiero (Nishitani, 2009); y, en segundo lugar, como criterio de selección de las empresas agrícolas que se han considerado en el estudio. Para examinar el impacto de la certificación EMAS en el rendimiento financiero de las empresas agrícolas se han analizado las de gran tamaño, ya que son las que mayoritariamente certifican EMAS (Bonnilla y Avilés, 2008).

Para analizar el impacto de la certificación EMAS en el rendimiento financiero se han empleado los ratios habitualmente utilizados para medir el rendimiento financiero de la organización (Menguc y Ozzane, 2005; Link y Naveh, 2006): rentabilidad financiera (conocida por sus siglas en inglés ROE –Return on equity–), rentabilidad económica (conocida por sus siglas en inglés ROA –Return on assets–), margen bruto de explotación, rotación de activos y variación de las ventas; así como de los recursos humanos: rentabilidad por trabajador y margen económico del personal. Para alcanzar este objetivo, en línea con los trabajos de Corbett et al. (2005) y Chow-Chua et al. (2003) se ha realizado un estudio longitudinal que ha comparado los ratios correspondientes a los ejercicios económicos 2005 a 2014 de las empresas agrícolas españolas que tienen certificación EMAS con aquellas que no la tienen, así como entre los diferentes grupos creados por las variables de control.

Material y métodos

Diseño de la investigación

En este trabajo se ha analizado la relación entre la certificación EMAS de los SGA, y el rendimiento financiero de las empresas agrícolas. La elección del sector agrario queda justificada dada la importancia de este sector de actividad. No en vano, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en 2014 la población que ocupaba en Europa, representó alrededor del 5%, alcanzando en el tercer trimestre de 2016 en España el 4%. Por otro lado, en el año 2012 a nivel europeo, el 37,52% de la superficie se dedicaba a la agricultura, representando en España el 54,05%. Y en el caso concreto de España, es de destacar que en 2013 contribuyó al 2,51% del producto interior bruto representado en 2016 el 13,88% de las exportaciones.

España es el segundo país de Europa con certificados EMAS, un 32,31%, ocupando el primer puesto en empresas agrícolas certificadas, un 38,71% (Comisión Europea, 2015). La población de empresas agrícolas no certificadas se obtuvo de la base de datos del Sistema de Análisis de Balances Ibéricos (SABI) (Bureau Van Dijk, 2016), herramienta que contiene información económica, financiera y contable de 2.000.000 de sociedades españolas y 500.000 portuguesas, siendo ampliamente utilizada por los investigadores españoles en el desarrollo de sus trabajos (Martínez Costa y Martínez Lorente, 2007; Vicente *et al.*, 2012). Por su parte, el número de empresas agrícolas certificadas se obtuvo de la base de datos de organizaciones registradas EMAS de la Comisión Europea (Comisión Europea, 2015). En ambos casos se utilizó como criterio para la búsqueda, las empresas que realizan una actividad relacionada con la agricultura comprendidos en los epígrafes de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (NACE): A011. Cultivos no perennes; A012. Cultivos perennes; A013; Propagación de plantas; A0161. Actividades de

apoyo a la agricultura; y A02. Silvicultura y explotación forestal.

Para comparar los resultados obtenidos entre las empresas agrícolas con o sin certificación EMAS se ha realizado un estudio longitudinal que abarca los ejercicios 2005 a 2014, período más amplio que la práctica totalidad de estudios previos que han analizado la relación entre certificación ambiental y rendimiento financiero (Vicente *et al.*, 2012). Se ha escogido un período de diez años por ser suficientemente grande para poder evaluar los resultados de la certificación y evitar disponer de demasiados datos perdidos (Martínez-costa y Martínez Lorente, 2007). Además, dicho período va a permitir el evaluar el impacto de la certificación EMAS en períodos con y sin crisis económica, una de las variables de control seleccionadas.

Dado que la mayoría de las empresas que certifican EMAS son de tamaño grande (Bonilla y Avilés, 2008), y que el tamaño condiciona la relación entre rentabilidad financiera y la certificación de los SGA (Nishitani, 2009), se han seleccionado aquellas empresas agrícolas que son consideradas grandes empresas de acuerdo con el Reglamento 651/2014 de la Unión Europea (Comisión Europea, 2014). Atendiendo a esta clasificación, una empresa europea se considera de gran tamaño si tiene más de 250 trabajadores, o no habiendo alcanzando este número de trabajadores, o bien su cifra de negocio anual es superior a 50 millones de euros o su activo es superior a 43 millones de euros. Así pues, el criterio elegido para seleccionar el tamaño de las empresas agrícolas que han sido objeto de estudio es el número de trabajadores, dado que esta es la única variable que por sí sola condiciona la clasificación. Posteriormente, se procedió a eliminar aquellas empresas de las que no se disponía de suficiente información para los años seleccionados, o la actividad desarrollada no se correspondía con los NACE's considerados, quedando únicamente empresas

agrícolas pertenecientes a los NACE's A011. Cultivos no perennes; A012. Cultivos perennes; y A02. Silvicultura y explotación forestal.

Muestra y variables

Tal y como se muestra en la tabla 1, las muestras obtenidas fueron 7 empresas agrícolas con certificación EMAS, es decir, el censo de empresas con certificación entre las empresas de más de 250 empleados y los sectores NACE de interés; y 25 sin certificación EMAS, seleccionadas aleatoriamente de entre una población de 38 empresas, con un nivel de significatividad del 95% y un error muestral del 5%. Se analizaron 10 años, dando lugar a 70 y 250 observaciones para, respectivamente, las

empresas agrícolas EMAS y no EMAS. Posteriormente, se extrajeron de la base de datos SABI los estados financieros de las empresas agrícolas seleccionadas para calcular los ratios para los cuales se ha analizado si existe relación con tener el certificado EMAS: rentabilidad económica (ROA), rentabilidad financiera (ROE), margen bruto de explotación (MBE), variación de las ventas (VV), rotación de activos (RA), rentabilidad por trabajador (RT) y margen económico del personal (MEP) (ver fórmula en nota a pie de tablas 2, 3 y 4). Indicar que, en línea con autores como Cohen et al. (1995) y Rokhmawati et al. (2015) para calcular los ratios ROA, ROE y rotación de activos se ha empleado el valor medio el activo total y el patrimonio neto del ejercicio.

Tabla 1. Datos poblaciones y muestrales. Empresas agrícolas EMAS y no EMAS. Variables de control
 Table 1. Population and sample data. EMAS and non-EMAS agriculture companies. Control variables

	Certificadas EMAS						No Certificadas EMAS					
	Total	Int	No Int	Sec1	Sec2	Sec3	Total	Int	No Int	Sec1	Sec2	Sec3
Significatividad (%)							95					
Error muestral (%)							5	7,88	6,30	13,98	6,75	7,31
N	7	3	4	4	1	2	38	11	27	7	10	21
n	7	3	4	4	1	2	25	8	17	4	8	13
Número de años	10						10					
Nº observaciones	70						250					
Tamaño	2,43	2,51	2,37	2,46	2,62	2,26	2,35	2,43	2,32	2,05	2,29	2,49

Variables de Control: Int: Internacionalización; Sec: Sector; Sec1: Silvicultura y explotación forestal; Sec2: Cultivos perennes; Sec3: Cultivos no perennes.

Se han considerado dos variables de control, 'Internacionalización' (Int) y 'Sector' (Sec), que caracterizan a las empresas de forma dicotómica (es decir, la empresa está internacionalizada o no según que tenga filiales en el extranjero o no; y la empresa pertenece o no al sector: 1. Silvicultura y explotación fo-

restal; 2. Cultivos perennes; y 3 Cultivos no perennes). Una tercera variable de control, 'Crisis' caracteriza al período de análisis de forma dicotómica, correspondiéndole el valor 1 según que el período sea anterior a la crisis (2005-2008) o Pre-crisis, o el valor 0 durante la crisis (2009-2014). Finalmente, la

cuarta variable de control, 'Tamaño' es cuantitativa, se expresa como el logaritmo del número de trabajadores, y se incluye como control en el análisis multivariante. Atendiendo a las variables dicotómicas, el número de empresas agrícolas de la muestra y población que pertenecen a cada uno de sus valores de pertenencia o no pertenencia, así como el tamaño, se muestran en la tabla 1. Si se tienen en cuenta la muestra y población de las empresas agrícolas EMAS y no EMAS, asumiendo un nivel de significatividad del 95%, excepto para los años de crisis y anteriores a la crisis, que coinciden con la muestra inicial, también se muestran los errores muestrales para las variables dicotómicas 'sector' e 'internacionalización'.

Prueba estadística e hipótesis

Para el conjunto de la muestra, y para cada uno de los segmentos o grupos definidos por las variables dicotómicas, se ha contrastado si existen diferencias significativas en los distintos indicadores económicos y financieros entre empresas agrícolas certificadas EMAS y no certificadas EMAS. Dada la ausencia de normalidad (contrastada con el test Kolmogorov-Smirnov con la corrección de significación de Lilliefors) y al tratarse de muestras aleatorias independientes con significación bilateral, se realizó la prueba no paramétrica de la U de Mann-Whitney (Lagodimos et al., 2007) y, para cada ratio se ha contrastado la hipótesis nula de ausencia de asociación entre la certificación EMAS y el ratio analizado. Adicionalmente, con el propósito de estudiar las posibles interrelaciones de las variables analizadas, se ha realizado un estudio estadístico multivariante. Al igual que trabajos previos en certificación medioambiental (Quazi et al., 2001), consecuencia de que la variable dependiente, tener certificado EMAS o no tenerlo, es dicotómica y cualitativa; y que la mayoría de las variables independientes analizadas no siguen una dis-

tribución normal ni poseen homocedasticidad, se ha optado por aplicar una regresión logística binaria. La regresión logística binaria ha permitido determinar la probabilidad de que una empresa se encuentre en cada uno de los dos grupos definidos por la variable dependiente, así como contrastar la dirección de influencia y la significatividad de las distintas variables de control en la explicación de esta probabilidad.

Resultados y discusión

En la tabla 2 se muestra para el periodo 2005-2014 los estadísticos descriptivos: media, mediana, desviación estándar, máximo y mínimo, de los ratios calculados para la totalidad de las empresas agrícolas EMAS y no EMAS, así como para cada sector. Y en la tabla 3 se muestran los estadísticos descriptivos de los ratios calculados para las empresas con y sin certificación EMAS en el periodo anterior o durante la crisis, y para las empresas que están y no están internacionalizadas.

Análisis univariante

Como puede observarse en la tabla 2, para la totalidad de las empresas agrícolas EMAS y no EMAS, la aplicación de la prueba U de Mann-Whitney indica que se alcanza mejores valores en ROA, ROE, margen bruto de explotación, rentabilidad por trabajador y margen económico del personal. En consecuencia, en línea con los trabajos de Lagodimos et al. (2007) las empresas agrícolas con certificación EMAS alcanzan mejores valores que las no EMAS en estos ratios. A pesar de que la diferencia es mínima y no es estadísticamente significativa, destacar como la rotación de activos es superior para las empresas agrícolas no EMAS. Aunque pudiera pensarse que se trata de un resultado contrario a lo que se plantea en la teoría, autores como

Corbett *et al.* (2005) también lo han constatado. Este resultado podría deberse, en línea con el trabajo de Martínez Costa y Martínez Lorente (2007), a que la certificación influye negativamente en los ingresos, lo que repercutiría negativamente en la rotación de los activos. Los resultados obtenidos son relevantes ya que informan a los administradores de las empresas agrícolas de que, a pesar del coste que supone tanto la implantación como el mantenimiento de la certificación EMAS supone un impacto positivo, no sólo en la gestión ambiental, sino también en la gestión interna de la organización y de los recursos humanos. Este resultado para el total de la muestra se mantiene en el caso de las empresas del sector de cultivos no perennes, en tanto que los resultados para el sector de silvicultura y explotación forestal, son también muy similares. Las únicas diferencias reseñables del sector de silvicultura son, primero, el margen económico del personal es peor para las empresas agrícolas EMAS y no varía significativamente (0,06), y que aquí sí que es significativa la diferencia negativa en la rotación de los activos (-0,49). En este sentido, es necesario subrayar que, a diferencia de lo que pudiera pensarse como normal, las empresas certificadas en este sector alcanzan un peor margen económico del personal. Circunstancia que podría deberse a que el personal de las empresas agrícolas pertenecientes al sector de silvicultura y explotación forestal no ha asumido un verdadero compromiso con la implantación de la certificación (Lafuente *et al.*, 2010), o no han tomado conciencia de la importancia de su participación en la adopción de la certificación (Morrow y Rondinelli, 2002). De forma similar a lo indicado para la totalidad de las empresas agrícolas estudiadas, llama la atención que la rotación de los activos en este sector sea superior para las empresas agrícolas no EMAS, siendo perfectamente extrapolable lo comentado anteriormente. Por su parte, cultivos perennes, es el que arroja unas mayores dife-

rencias con respecto tanto a la totalidad de la muestra como a los otros dos sectores. Los dos únicos ratios para los cuales se presentan diferencias estadísticamente significativas son, el rendimiento por trabajador y el margen económico del personal, siendo significativamente mejores en las empresas certificadas.

Comparando entre sectores, los cultivos no perennes presentan las diferencias significativas más elevadas entre ambos grupos de empresas, en particular, con respecto al ROA (2%), margen bruto de explotación (4,54%), y rendimiento del trabajador (15.731,17 €). En ROE, la máxima diferencia se da en silvicultura y explotación forestal (9,29%), mientras que en el margen económico del personal, la máxima diferencia entre empresas certificadas EMAS y no, ocurre en cultivos perennes (-0,30). A la vista de los anteriores resultados, el sector al cual pertenece la empresa agrícola sí que condiciona los efectos de la certificación EMAS. Aunque la decisión de certificar EMAS es más ventajosa para las empresas agrícolas independientemente de su sector, se encuentra más justificada en cultivos no perennes, seguida de silvicultura y explotación forestal.

En la tabla 3 se muestra la comparación entre las empresas agrícolas EMAS y no EMAS en los periodos anteriores y durante la crisis, y en función de si están internacionalizadas o no. Si se toma como referencia los años anteriores a la crisis, 2005 a 2008, se constatan diferencias estadísticamente significativas y positivas entre las empresas agrícolas EMAS y no EMAS para ROA (2,6%), ROE (9,81%), margen bruto de explotación (5,18%), variación de las ventas (6,67%), y rendimiento por trabajador (6.125,1 €). Es de destacar lo ocurrido con la rotación de activos, única variable que, de forma similar a lo sucedido cuando se analizó la totalidad de las empresas agrícolas y por sectores, durante el periodo previo a la crisis las empresas agrícolas EMAS tienen una diferencia negativa y esta-

Tabla 2. Estadísticos descriptivos empresas agrícolas EMAS-no EMAS y resultados del test U de Mann Whitney. Total y por sectores
 Table 2. Descriptive statistics EMAS-non EMAS agriculture companies and Mann-Whitney U test results. Total and sectors

Ratio	Estadísticos	Todas las empresas				Sector 1. Silvicultura y explotación forestal				Sector 2. Cultivos perennes				Sector 3. Cultivos no perennes	
		EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS
ROA	Media (%)	3,75	2,04	1,71**	4,17	2,37	1,80*	2,20	2,37	-0,17	3,54	1,54	2,00†		
	Mediana (%)	2,95	1,47	1,48	4,90	1,29	3,61	1,66	1,81	3,84	2,40	1,24	1,16		
	Desv (%)	3,82	3,87	-0,05	4,14	3,15	0,99	2,18	3,14	2,34	3,63	4,27	-0,64		
	Máximo (%)	14,15	16,90	-2,75	12,94	10,97	1,97	7,36	11,93	-4,57	14,15	12,58	1,57		
	Mínimo (%)	-6,45	-7,05	0,60	-6,45	-5,15	-1,30	0,58	-6,79	7,37	0,33	-7,05	7,38		
ROE	Media (%)	11,75	4,63	7,12**	15,47	6,18	9,29**	5,04	5,54	-0,50	5,55	3,49	2,06†		
	Mediana (%)	7,53	3,86	3,67	14,71	4,44	10,27	5,21	4,27	0,9	4,31	3,54	0,77		
	Desv (%)	11,23	9,50	1,73	12,49	10,27	2,22	2,53	7,78	-5,25	4,05	10,18	-6,13		
	Máximo (%)	39,29	30,05	9,24	39,29	30,05	9,24	9,03	26,68	-17,65	15,65	28,69	-13,04		
	Mínimo (%)	-12,79	-18,47	5,68	-12,79	-18,32	5,53	1,96	-13,88	15,84	0,45	-18,47	18,92		
MBE	Media (%)	5,52	2,67	2,85**	5,89	2,88	3,01**	3,26	3,97	-0,71	6,31	1,77	4,54**		
	Mediana (%)	5,27	1,90	3,37	5,55	2,15	3,40	3,01	2,33	0,68	5,90	1,86	4,04		
	Desv (%)	3,41	5,68	-2,27	3,76	3,60	0,16	1,33	5,38	-4,05	3,06	6,32	-3,26		
	Máximo (%)	14,30	17,54	-3,24	14,30	10,76	3,54	6,19	17,54	-11,35	12,91	15,73	-2,82		
	Mínimo (%)	-2,63	-11,44	8,81	-2,63	-5,18	2,55	1,53	-9,08	10,61	0,72	-11,44	12,16		
RA	Media	0,94	1,09	-0,15	0,90	1,39	-0,49**	1,21	1,09	0,12	0,87	0,99	-0,12		
	Mediana	0,95	1,07	-0,12	0,80	1,47	-0,67	1,27	1,10	0,17	0,91	0,99	-0,08		
	Desv	0,36	0,54	-0,18	0,38	0,48	-0,10	0,34	0,60	-0,26	0,22	0,49	-0,27		
	Máximo	1,77	2,72	-0,95	1,64	2,52	-0,88	1,77	2,68	-0,91	1,27	2,72	-1,45		
	Mínimo	0,22	0,11	0,11	0,22	0,37	-0,15	0,43	0,20	0,23	0,47	0,11	0,36		

* = P < 0,05; ** = P < 0,01; † = P < 0,10.

Donde para el ejercicio t y la empresa n: ROA = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Activo total_{inicio,t,n} + Activo total_{final,t,n}) / 2; ROE = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Patrimonio neto_{inicio,t,n} + Patrimonio neto_{final,t,n}) / 2; MBE = Resultado de explotación_{t,n} / Ingresos de explotación_{t,n}; RA = Ingresos por ventas_{t,n} / (Activo total_{inicio,t,n} + Activo total_{final,t,n}) / 2; VV = (Ingresos por ventas_{t,n} - Ingresos por ventas_{t-1,n}) / Ingresos por ventas_{t-1,n}; RT = Resultado de explotación_{t,n} / Número de trabajadores_{t,n}; MEP = Gastos de personal_{t,n} / Ingresos por ventas_{t,n}. Rentabilidad económica (ROA), rentabilidad financiera (ROE), margen bruto de explotación (MBE), variación de las ventas (VV), rotación de activos (RA), rentabilidad por trabajador (RT), margen económico del personal (MEP).

Tabla 2. Estadísticos descriptivos empresas agrícolas EMAS-no EMAS y resultados del test U de Mann Whitney. Total y por sectores (continuación)
 Table 2. Descriptive statistics EMAS-non EMAS agriculture companies and Mann-Whitney U test results. Total and sectors (continuation)

Ratio	Estadísticos	Todas las empresas				Sector 1. Silvicultura y explotación forestal				Sector 2. Cultivos perennes				Sector 3. Cultivos no perennes	
		EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS
VV	Media (%)	4,86	3,29	1,57	4,58	2,22	2,36	7,77	5,57	2,20	3,66	2,14	1,52		
	Mediana (%)	5,26	3,13	2,13	4,54	2,56	1,98	8,38	5,44	2,94	2,96	1,43	1,53		
	Desv (%)	15,83	16,52	-0,69	17,19	19,17	-1,98	13,58	15,64	-2,06	13,93	16,20	-2,27		
	Máximo (%)	40,16	45,49	-5,33	38,88	37,40	1,48	40,16	39,43	0,73	39,28	45,49	-6,21		
	Mínimo (%)	-27,96	-41,81	13,85	-27,96	-37,49	9,53	-5,76	-41,40	35,64	-18,05	-41,81	23,76		
RT	Media	6.825,85	1.592,43	5.233,42*	3.795,14	2.179,80	1.615,34*	7.673,28	1.631,21	6.042,07**	17.091,07	1.359,90	15.731,17**		
	Mediana	4.105,61	1.549,27	2.556,34	2.877,93	2.264,09	613,84	7.433,87	1.511,68	5.922,19	18.915,15	1.025,86	17.889,30		
	Desv	6.309,91	3.266,13	3.043,78	3.389,29	2.337,63	1.051,66	3.358,69	2.434,11	924,58	5.862,62	3.954,12	1.908,50		
	Máximo	21.928,57	9.502,37	12.426,20	12.986,45	8.469,94	4.516,51	14.765,31	7.647,72	7.117,59	21.928,57	9.502,37	12.426,20		
	Mínimo	-1.830,00	-5.942,94	4.112,94	-1.830,00	-2.690,10	860,10	3.629,50	-5.375,05	9.004,55	2.653,53	-5.942,94	8.596,47		
MEP	Media	0,30	0,35	-0,05**	0,44	0,38	0,06	0,11	0,41	-0,30**	0,10	0,31	-0,21**		
	Mediana	0,32	0,33	-0,01	0,45	0,42	0,03	0,11	0,46	-0,35	0,10	0,28	-0,18		
	Desv	0,18	0,17	0,02	0,10	0,18	-0,08	0,01	0,20	-0,19	0,01	0,12	-0,11		
	Máximo	0,66	0,84	-0,18	0,66	0,72	-0,06	0,13	0,84	-0,71	0,12	0,70	-0,58		
	Mínimo	0,08	0,07	0,01	0,26	0,08	0,18	0,08	0,10	-0,02	0,08	0,07	0,01		

* = P < 0,05; ** = P < 0,01; † = P < 0,10.

Donde para el ejercicio t y la empresa n: ROA = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Activo total_{inicio}_{t,n} + Activo total_{final}_{t,n}) / 2; ROE = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Patrimonio neto_{inicio}_{t,n} + Patrimonio neto_{final}_{t,n}) / 2; MBE = Resultado de explotación_{t,n} / Ingresos de explotación_{t,n}; RA = Ingresos por ventas_{t,n} / (Activo total_{inicio}_{t,n} + Activo total_{final}_{t,n}) / 2; VV = (Ingresos por ventas_{t,n} - Ingresos por ventas_{t-1,n}) / Ingresos por ventas_{t-1,n}; RT = Resultado de explotación_{t,n} / Número de trabajadores_{t,n}; MEP = Gastos de personal_{t,n} / Ingresos por ventas_{t,n}. Rentabilidad económica (ROA), rentabilidad financiera (ROE), margen bruto de explotación (MBE), variación de las ventas (VV), rotación de activos (RA), rentabilidad por trabajador (RT), margen económico del personal (MEP).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos empresas agrícolas EMAS-no EMAS y resultados test U de Mann Whitney. Crisis e internacionalización
 Table 3. Descriptive statistics EMAS-non EMAS agriculture companies and Mann-Whitney U test results. Crisis and internationalization

Ratio	Estadísticos	Crisis (2009-2014)			Pre crisis (2005-2008)			Si internacionalización			No internacionalización		
		EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia
ROA	Media (%)	3,09	1,75	1,34**	4,91	2,31	2,60*	3,33	1,29	2,04**	4,07	2,27	1,80*
	Mediana (%)	1,90	1,11	0,79	3,56	2,01	1,55	1,98	0,88	1,10	3,59	1,86	1,73
	Desv (%)	3,53	3,87	-0,34	4,10	3,51	0,59	2,51	3,94	-1,43%	4,58	3,62	0,96
	Máximo (%)	11,05	12,58	-1,53	14,15	11,93	2,22	8,19	10,57	-2,38	14,15	12,58	1,57
	Mínimo (%)	-6,45	-7,05	0,60	-0,56	-6,93	6,37	0,58	-7,01	7,59	-6,45	-7,05	0,60
ROE	Media (%)	9,20	3,66	5,54*	16,13	6,32	9,81**	9,76	2,91	6,85**	13,20	5,39	7,81**
	Mediana (%)	6,19	3,25	2,94	11,37	5,28	6,09	6,75	3,09	3,66	11,57	4,85	6,72
	Desv (%)	9,61	9,23	0,38	12,63	9,77	2,86	8,43	9,54	-1,11	12,82	9,41	3,41
	Máximo (%)	35,12	28,08	7,04	39,29	30,05	9,24	28,98	28,69	0,29	39,29	30,05	9,24
	Mínimo (%)	-12,79	-18,47	5,68	-3,43	-16,64	13,21	1,96	-18,47	20,43	-12,79	-18,32	5,53
MBE	Media (%)	4,69	3,45%	1,24	6,64	1,46	5,18**	4,92	2,00	2,92**	6,09	2,95	3,14**
	Mediana (%)	4,44	2,91	1,53	6,41	1,43	4,98	5,16	1,93	3,23	5,51	1,90	3,61
	Desv (%)	3,54	5,53	-1,99	2,95	5,74	-2,79	2,01	5,64	-3,63	4,30	5,69	-1,39
	Máximo (%)	14,30	16,29	-1,99	12,91	17,54	-4,63	8,32	17,54	-9,22	14,30	16,29	-1,99
	Mínimo (%)	-2,63	-11,44	8,81	1,72	-10,47	12,19	1,53	-10,47	12,00	-2,63	-11,44	8,81
RA	Media	0,95	1,04	-0,09	0,93	1,15	-0,22†	1,21	0,87	0,34**	0,74	1,19	-0,47**
	Mediana	0,91	1,06	-0,15	0,98	1,08	-0,10	1,21	0,85	0,36	0,71	1,13	-0,42
	Desv	0,35	0,54	-0,19	0,38	0,53	-0,15	0,27	0,47	-0,20	0,28	0,55	-0,27
	Máximo	1,64	2,52	-0,88	1,77	2,72	-0,95	1,77	2,08	-0,31	1,33	2,72	-1,39
	Mínimo	0,22	0,11	0,11	0,34	0,23	0,11	0,43	0,11	0,32	0,22	0,12	0,10

* = P < 0,05; ** = P < 0,01; † = P < 0,10.

Donde para el ejercicio t y la empresa n: ROA = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Activo total_{t,n} inicial + Activo total_{t,n} final) / 2; ROE = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Patrimonio neto_{t,n} inicial + Patrimonio neto_{t,n} final) / 2; MBE = Resultado de explotación_{t,n} / Ingresos de explotación_{t,n}; RA = Ingresos por ventas_{t,n} / (Activo total_{t,n} inicial + Activo total_{t,n} final) / 2; VV = (Ingresos por ventas_{t,n} - Ingresos por ventas_{t-1,n}) / Ingresos por ventas_{t-1,n}; RT = Resultado de explotación_{t,n} / Número de trabajadores_{t,n}; MEP = Gastos de personal_{t,n} / Ingresos por ventas_{t,n}
 Rentabilidad económica (ROA), rentabilidad financiera (ROE), margen bruto de explotación (MBE), variación de las ventas (VV), rotación de activos (RA), rentabilidad por trabajador (RT), margen económico del personal (MEP).

Tabla 3. Estadísticos descriptivos empresas agrícolas EMAS-no EMAS y resultados test U de Mann Whitney. Crisis e internacionalización (continuación)
 Table 3. Descriptive statistics EMAS-non EMAS agriculture companies and Mann-Whitney U test results. Crisis and internationalization (continuation)

Ratio	Estadísticos	Crisis (2009-2014)					Pre crisis (2005-2008)					Si internacionalización					No internacionalización				
		EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia	EMAS	NoEMAS	Diferencia		
VV	Media (%)	0,76	2,36	-1,60	11,28	4,61	6,67 [†]	4,04	3,69	0,35	5,51	3,10	2,41	5,51	3,10	2,41	5,51	3,10	2,41		
	Mediana (%)	3,58	2,00	1,58	9,25	4,42	4,83	5,30	3,11	2,19	4,54	3,47	1,07	4,54	3,47	1,07	4,54	3,47	1,07		
	Desv (%)	15,74	16,13	-0,39	14,00	17,05	-3,05	12,04	17,38	-5,34	18,44	16,15	2,29	18,44	16,15	2,29	18,44	16,15	2,29	18,44	
	Máximo (%)	39,28	39,55	-0,27	40,16	45,49	-5,33	40,16	45,49	-5,33	39,28	39,43	-0,15	39,28	39,43	-0,15	39,28	39,43	-0,15	39,28	
	Mínimo (%)	-27,96	-41,40	13,44	-6,85	-41,81	34,96	-27,96	-41,81	13,85	-27,39	-41,40	14,01	-27,39	-41,40	14,01	-27,39	-41,40	14,01	-27,39	
RT	Media	6.809,50	2.143,14	4.666,36**	6.855,83	730,73	6.125,10**	8.405,78	1.410,09	6.995,69**	5.306,69	1.666,54	3.640,15**	5.306,69	1.666,54	3.640,15**	5.306,69	1.666,54	3.640,15**	5.306,69	
	Mediana	4.171,74	1.868,65	2.303,09	3.863,96	769,13	3.094,83	5.389,28	1.046,08	4.343,20	3.205,21	1.712,64	1.492,57	4.343,20	3.205,21	1.712,64	4.343,20	3.205,21	1.712,64	4.343,20	
	Desv	6.158,49	3.170,58	2.987,91	6.760,88	3.244,92	3.515,96	6.754,22	3.770,28	2.983,94	5.562,28	3.047,87	2.514,41	5.562,28	3.047,87	2.514,41	5.562,28	3.047,87	2.514,41	5.562,28	
	Máximo	21.928,57	9.502,37	12.426,20	19.886,20	8.781,28	11.104,92	21.160,01	9.502,37	11.657,64	21.928,57	9.383,64	12.544,93	21.928,57	9.383,64	12.544,93	21.928,57	9.383,64	12.544,93	21.928,57	
	Mínimo	-1.830,00	-4.758,39	2.928,39	894,11	-5.942,94	6.837,05	1.275,40	-5.044,57	6.319,97	-1.830,00	-5.942,94	4.112,94	-1.830,00	-5.942,94	4.112,94	-1.830,00	-5.942,94	4.112,94	-1.830,00	
MEP	Media	0,30	0,37	-0,07 [†]	0,29	0,33	-0,04	0,24	0,33	-0,09**	0,35	0,36	-0,01	0,35	0,36	-0,01	0,35	0,36	-0,01	0,35	
	Mediana	0,34	0,35	-0,01	0,30	0,31	-0,01	0,11	0,31	-0,20	0,35	0,37	-0,02	0,35	0,37	-0,02	0,35	0,37	-0,02	0,35	
	Desv	0,20	0,16	0,04	0,17	0,17	-0,00	0,20	0,14	0,06	0,16	0,18	-0,02	0,16	0,18	-0,02	0,16	0,18	-0,02	0,16	
	Máximo	0,66	0,78	-0,14	0,55	0,84	-0,29	0,66	0,78	-0,13	0,59	0,84	-0,25	0,59	0,84	-0,25	0,59	0,84	-0,25	0,59	
	Mínimo	0,08	0,09	-0,01	0,08	0,07	0,01	0,08	0,07	0,01	0,08	0,08	0,00	0,08	0,07	0,01	0,08	0,07	0,01	0,08	

* = P < 0,05; ** = P < 0,01; † = P < 0,10.

Donde para el ejercicio t y la empresa n: ROA = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Activo total_{inicio,t,n} + Activo total_{final,t,n}) / 2; ROE = Resultado del ejercicio_{t,n} / (Patrimonio neto_{inicio,t,n} + Patrimonio neto_{final,t,n}) / 2; MBE = Resultado de explotación_{t,n} / Ingresos de explotación_{t,n}; RA = Ingresos por ventas_{t,n} / (Activo total_{inicio,t,n} + Activo total_{final,t,n}) / 2; VV = (Ingresos por ventas_{t,n} - Ingresos por ventas_{t-1,n}) / Ingresos por ventas_{t-1,n}; RT = Resultado de explotación_{t,n} / Número de trabajadores_{t,n}; MEP = Gastos de personal_{t,n} / Ingresos por ventas_{t,n}
 Rentabilidad económica (ROA), rentabilidad financiera (ROE), margen bruto de explotación (MBE), variación de las ventas (VV), rotación de activos (RA), rentabilidad por trabajador (RT), margen económico del personal (MEP).

dísticamente significativa (-0,22). Sin embargo, durante los años de crisis (2009-2014) estas diferencias se mitigan o incluso desaparecen entre empresas certificadas y no, por lo que puede afirmarse que las empresas certificadas han soportado peor los efectos de la crisis. En este sentido, mientras que autores como Muhammad *et al.* (2015) han constatado que la relación entre gestión ambiental y rendimiento financiero es significativa y positiva en períodos de crecimiento económico, y otros como Gallego-Álvarez *et al.* (2014) han puesto de manifiesto que esta relación también es positiva en los períodos de crisis, Al-Tuwaijri *et al.* (2004) y Waddock y Graves (1997) verificaron que durante períodos de crisis económica esta relación se reduce. A este respecto, es de resaltar la reducción experimentada por la variación de ventas, que sufre una drástica reducción en el período de crisis para las empresas agrícolas EMAS, pasando la diferencia de un destacado valor positivo (6,67%) a uno negativo (-1,6%). Así como lo ocurrido con la rotación de activos, aunque en este caso se pasa de un resultado significativamente peor para las empresas certificadas (-0,22), a un resultado equivalente durante los años de crisis (-0,09), circunstancia que podría ser debida a que las empresas en períodos de crisis minoran o cancelan los recursos destinados a inversiones medioambientales (Karaibrahimoglu, 2010; Miras, 2013). Y, finalmente, mencionar el llamativo resultado obtenido en el margen económico del personal, que prácticamente no diferencia a las empresas certificadas de las no certificadas antes de la crisis, mientras que durante la crisis se observa que las empresas certificadas presentan un mejor resultado que es estadísticamente significativo. Esto puede deberse, tal y como afirma Karaibrahimoglu (2010), a que la modificación que la crisis ha producido en el comportamiento de las empresas hacia sus responsabilidades medioambientales, ha derivado en la reestructuración y despido de empleados,

lo que habría supuesto entre las empresas certificadas un recorte de los gastos de personal más intenso en relación con los ingresos para hacer frente a la crisis.

Si se contemplan las empresas según si están internacionalizadas o no, en línea con los trabajos de González-Benito y González-Benito (2005), Kennelly y Lewis (2002) y Quazi *et al.* (2001), las empresas agrícolas EMAS internacionalizadas presentan mejores valores para todos los ratios con respecto a las internacionalizadas no EMAS, a excepción de la variación de las ventas, cuya diferencia positiva no tienen significatividad estadística alguna. De esta forma, la certificación EMAS de las empresas agrícolas es una herramienta que contribuye a transferir conocimientos y experiencias entre los diferentes países (Dunning, 1995), hace cumplir con los requerimientos en materia medioambiental de países más exigentes (Rugman y Verbeke, 1998) y, en definitiva mejora el rendimiento financiero de la empresa. Por su parte, en el caso de las empresas agrícolas EMAS no internacionalizadas los resultados, aunque en un grado inferior a las sí internacionalizadas, siguen siendo mejores que las no EMAS, ya que, aunque no es significativa, la diferencia en el ratio del margen económico del personal se reduce y deja de ser estadísticamente significativa (-0,01), y la rotación de activos se convierte en negativa y estadísticamente significativa (-0,47). Es de destacar que las empresas certificadas EMAS internacionalizadas alcanzan peores valores con respecto a las no internacionalizadas para todos los ratios, a excepción de rotación de activos, rendimiento por trabajador y margen económico del personal. Situación que se acentúa en el caso de las empresas no certificadas EMAS, donde las internacionalizadas presentan mejores resultados únicamente para la variación de las ventas y el margen económico del personal. Resultados que, al contrario de lo que se pudiera esperar, indican que las empresas agrícolas, estén

certificadas o no, obtienen peores resultados si están internacionalizadas. Esta situación pondría de manifiesto que la certificación de las empresas internacionalizadas tendría como objetivo afrontar las exigencias institucionales y no como un instrumento para alcanzar beneficios futuros (Cañón y Garcés, 2006), convirtiéndose en una señal que trata de asegurar la legitimidad social de la empresa, sin que ello provoque cambios internos significativos (Boiral, 2001).

Análisis multivariante

Tras efectuar el análisis univariante, con el propósito de estudiar las posibles interrelaciones de las variables independientes analizadas sobre la variable dicotómica dependiente, que toma el valor 1 si la empresa agrícola tiene certificado EMAS, o el valor 0 si no tienen el certificado EMAS, se procedió a realizar un análisis multivariante, aplicándose una regresión logística. La estimación de las variables a incluir en el modelo se realizó tomando como referencia el cambio o mejora que tenía lugar en este estadístico cuando se introducía cada variable, obteniéndose un modelo final con nueve variables independientes, cinco numéricas continuas: ROE, margen económico del personal, rotación de los activos, variación de las ventas y tamaño; y cuatro dicotómicas: crisis, internacionalización, cultivos perennes y cultivos no perennes. Dado que una multicolinealidad elevada afecta a la precisión e interpretación de las variables estudiadas, se ha realizado el test de correlación bivalente de Spearman para determinar qué variables explicativas están correlacionadas. En particular, existe correlación elevada entre ROA y ROE (0,918); y el margen bruto de explotación y el rendimiento por trabajador (0,829). Otros pares de indicadores financieros muestran correlaciones más moderadas: entre margen bruto de explotación y ROA (0,655); y con ROE (0,562); así como la rentabilidad por trabajador con

ROA (0,550); y ROE (0,533) (no se muestra la matriz completa por motivos de espacio).

En la tabla 4 se muestra la estimación más probable de los coeficientes que mejor muestran la significatividad en la explicación de la variable dependiente, y los coeficientes estimados exponencialmente $\text{Exp}(B)$, denominados odds ratios. Estimado el modelo a partir de los valores observados, la significación global se obtuvo a partir de la medida de Hosmer y Lemeshow, que al arrojar una significación de 0,526 hace que se acepte que el modelo es válido. Que el valor de alcanzado por la razón de verosimilitud sea de 119,267 indica que el modelo es adecuado, y que los estadísticos R^2 Cox y Snell R^2 Nagelkerke alcancen, respectivamente, unos valores de 0,383 y 0,604, indican que la bondad de ajuste es satisfactoria. Además, la eficacia o capacidad predictiva del modelo obtenida es elevada dado que logra una tasa de aciertos del 86,4%, de los cuales están correctamente clasificados un 93,4% de empresas agrícolas no EMAS y un 58,7% de empresas con certificación.

Como se muestra en la tabla 4, de las nueve variables presentes en el modelo, únicamente una de ellas, la variación de las ventas no es significativa. Y de las variables cuantitativas, mientras que para el margen económico del personal y la rotación de los activos los coeficientes son negativos, para el ROE es positivo. En el caso de las variables dicotómicas, únicamente la internacionalización presenta un coeficiente negativo, mientras que los coeficientes del tamaño, crisis, cultivos perennes y cultivos no perennes son positivos. Como puede observarse en la tabla 4, cuanto mayor sea el valor del ROE, la probabilidad de que la empresa agrícola pertenezca al grupo que tienen certificación EMAS aumentará, ya que un cambio unitario en el valor del ROE se corresponde con un incremento multiplicativo de pertenecer al grupo de empresas que tienen implantado EMAS. Influencia que es muy significativa ya que el odds ratio es el más elevado de todas las variables.

Tabla 4. Resultados de la regresión logística
 Table 4. Logistic regression results

Variables	Nº observaciones	Beta	Exp(B)
ROE**	303	10,766	47374,460
MEP**	316	-13,089	0,000002
RA**	304	-3,953	0,019
VV	305	-,134	0,875
Tamaño**	307	1,851	6,368
Crisis*	320	1,081	2,948
Internacionalización**	320	-2,186	0,112
Sector 2. Cultivos perennes**	90	4,658	105,450
Sector 3. Cultivos no perennes**	150	6,220	502,511
Constante**		-5,483	0,004

* = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$.

Donde para el ejercicio t y la empresa n : $ROE = \text{Resultado del ejercicio}_{t,n} / (\text{Patrimonio neto}_{t,n}^{\text{inicio}} + \text{Patrimonio neto}_{t,n}^{\text{final}}) / 2$; $MEP = \text{Gastos de personal}_{t,n} / \text{Ingresos por ventas}_{t,n}$; $RA = \text{Ingresos por ventas}_{t,n} / (\text{Activo total}_{t,n}^{\text{inicio}} + \text{Activo total}_{t,n}^{\text{final}}) / 2$; $VV = (\text{Ingresos por ventas}_{t,n} - \text{Ingresos por ventas}_{t-1,n}) / \text{Ingresos por ventas}_{t-1,n}$. Rentabilidad financiera (ROE), margen económico del personal (MEP), rotación de activos (RA), variación de las ventas (VV).

En el caso del margen económico del personal, al ser el coeficiente negativo, cuanto mayor sea el valor de este ratio peor será el margen económico del personal, y la probabilidad de pertenecer a las empresas certificadas será menor, lo que podría interpretarse como una mayor implicación del personal de las empresas agrícolas certificadas. Por su parte, el coeficiente de la rotación de activos pone de manifiesto que un aumento unitario del valor de la rotación de los activos implica una disminución proporcional del odds ratio de que la empresa tenga la certificación EMAS. A diferencia de los dos ratios anteriores, las empresas EMAS tienen una rotación de los activos inferior a las no EMAS. Y, finalmente, a mayor tamaño de la empresa agrícola, mayor probabilidad de tener implantado el certificado EMAS. En consecuencia, el tamaño

de la empresa desempeña un papel importante porque, a mayor tamaño, mayor probabilidad de acceder a recursos para destinar a la certificación (Nishitani, 2009).

En el caso de las variables dicotómicas, según lo mostrado en la tabla 4, mientras que la internacionalización presenta una relación negativa con la probabilidad de pertenecer al grupo de empresas agrícolas certificadas EMAS, las variables Pre-crisis, cultivos perennes y cultivos no perennes, presentan una relación positiva. Aunque anteriores trabajos han constatado una relación positiva entre internacionalización y certificación medioambiental (González-Benito y González-Benito, 2005), y otros no han hallado relación alguna (Quazi et al., 2001), el valor negativo del coeficiente de la internacionalización pone de manifiesto que las empresas internacionales

zadas son menos propensas a implantar la certificación EMAS. En lo que se refiere a la crisis, el valor positivo del coeficiente indica que durante los años anteriores a la crisis, la probabilidad de que las empresas implantaran la certificación EMAS era superior al período durante la crisis. En concreto, en el período previo a la crisis la probabilidad de que las empresas adoptaran la certificación EMAS era 3 veces superior a los años de crisis. Estos resultados están en línea con lo afirmado por Heras-Saizarbitoria y Boiral (2013) quienes manifiestan que la crisis es una de las causas que ha originado un proceso de decertificación, más pronunciada en el caso de España, consecuencia de que es uno de los países europeos donde la adopción de la certificación EMAS ha sido mayor. Dado que la concesión de ayudas públicas que contrarrestaran el coste de la certificación tienen un efecto importante en la adopción de EMAS, la disminución o supresión de estas ayudas durante el período de crisis es una de las causas señaladas para que las empresas no hayan renovado o no hayan acometido el proceso de certificación (Glachant et al., 2002). Y, a pesar de que la certificación EMAS tiene un efecto positivo sobre el rendimiento financiero de las empresas, los costes que supone su adopción y mantenimiento, y la incertidumbre de sus resultados (Boiral, 2007; Kehbila et al., 2009), puede llevar a los administradores a decidir que en períodos de crisis no es una prioridad (Vicente et al., 2012)

Y, para finalizar, si nos fijamos en la variable sector, destacar que silvicultura y explotación forestal no aparece en el modelo, por lo que no tiene ningún poder explicativo sobre la variable dependiente. Por su parte, los coeficientes de cultivos perennes y de cultivos no perennes informan de que ambos tienen una relación positiva, superior para el segundo, con respecto a que las empresas agrícolas pertenecientes a esos sectores implanten la certificación EMAS. Una empresa agrícola que pertenezca al sector de cultivos no pe-

rennes tiene una probabilidad de estar certificada superior a una empresa que no pertenezca a este sector.

Conclusiones

A través de este trabajo se ha analizado, no solo el efecto de la certificación EMAS a nivel agregado de empresas agrícolas, sino que se ha introducido como novedad analizar sus efectos tomando en consideración aspectos como la crisis, el sector y la internacionalización. De forma similar a los trabajos de Lagodimos et al. (2007), los resultados obtenidos por la aplicación de la prueba estadística univariante U de Mann-Whitney, en términos generales, permiten afirmar que tanto el agregado de empresas agrícolas EMAS, como por sectores obtienen un mejor rendimiento financiero y del personal que las no EMAS. Siendo cultivos no perennes, seguido de silvicultura y explotación forestal y cultivos perennes, el sector donde esta relación positiva se hace más patente. Aunque las empresas agrícolas EMAS presentan mejores resultados tanto para los períodos anteriores y durante la crisis, es de resaltar que se aprecia que las empresas agrícolas EMAS han soportado peor la crisis. Y, finalmente, las empresas agrícolas, tanto internacionalizadas como no, presentan mejores resultados si están certificadas, aunque es de destacar que los resultados son algo mejores para las que sí lo están. De esta forma, que los gestores de las empresas agrícolas sean conocedores de que la adopción de un certificado EMAS es una herramienta proactiva de gestión medioambiental, les permitirá disponer de una valiosa información a la hora de decidir la implantación de un certificado EMAS en sus organizaciones, dependiendo del sector al que pertenecen, si están internacionalizadas y según el ciclo económico de expansión o contracción de la economía en la cual se encuentre.

Posteriormente, siguiendo a Quazi *et al.* (2001), tomando en consideración los resultados obtenidos en el estudio multivariante, únicamente las variables numéricas continuas ROE, margen económico del personal y rotación de activos tienen poder explicativo sobre la certificación EMAS. De forma similar al primer estudio, las empresas agrícolas certificadas EMAS alcanzan un mejor ROE y margen económico del personal, pero tienen una peor rotación de activos. Cuanto mayor sea el ROE y mayor sea el valor del ratio del margen económico del personal, y menor sea la rotación de los activos, las empresas agrícolas tendrán mayor tendencia a adoptar la certificación EMAS. Además, cuanto mayor sea el tamaño de las empresas agrícolas, mayor es la predisposición a implantar la certificación EMAS, pudiendo afirmarse que hay una relación positiva entre el tamaño de las empresas agrícolas y la certificación EMAS. Si nos fijamos en las variables dicotómicas, los períodos de crisis repercuten negativamente en la certificación, deduciéndose que los gestores de las empresas agrícolas consideran que los beneficios de su implantación no compensan el coste de su implantación. Consideración que se encuentra relacionada con los resultados del primer estudio, donde, a pesar de que las empresas agrícolas en épocas de crisis siguen manteniendo mejores resultados que las no certificadas, se ha puesto de manifiesto que los efectos negativos de la crisis han sido más intensos. Por otro lado, aunque anteriormente también se puso de manifiesto que en los tres sectores las empresas agrícolas EMAS presentaban mejores resultados que las no EMAS, los sectores de cultivos no perennes y cultivos perennes, por este orden, son los que presentan una relación positiva con la certificación EMAS. Y, finalmente, la regresión logística revela que el efecto de la internacionalización tiene un efecto negativo sobre la certificación. Así pues, a la vista de los resultados, los gestores de las empresas internacionalizadas pueden valorar la idoneidad de adoptar la certificación EMAS.

La implantación y certificación de un SGA adquiere especial importancia en un sector como el agrícola, con grandes impactos sobre el medioambiente, con gran trascendencia económica, social, cultural, y que condicionan la supervivencia del ser humano. El estudio sirve para mostrar a los administradores de las empresas agrícolas que la finalidad de la adopción de la certificación EMAS no es la obtención de un documento que justifique la implicación ambiental, ante la necesidad de minimizar los impactos negativos de la organización sobre el medio ambiente para mejorar la imagen ante presiones externas o reguladoras. La integración y la interiorización de los procesos asociados a la certificación EMAS es un instrumento a través del cual alcanzar la mejora de la propia organización y, en definitiva, el rendimiento medioambiental y financiero.

En definitiva, el estudio realizado ha puesto de manifiesto que, a pesar de que EMAS es una norma que exige el cumplimiento de las regulaciones medioambientales, cuya implantación y mantenimiento supone unos costes elevados, y que se suele asociar su implantación más con motivaciones institucionales que de gestión; las empresas agrícolas certificadas EMAS obtienen un rendimiento financiero superior a las no EMAS, tanto a nivel agregado, como por sectores, internacionalización y períodos anteriores y durante la crisis. Sin embargo, llama poderosamente la atención que la agricultura sea uno de los sectores con menos certificados EMAS en Europa, un 0,54%, de las cuales prácticamente la mitad corresponden a España, donde únicamente representan el 0,84% de las sociedades españolas con certificación EMAS (Comisión Europea, 2015). De ahí la necesidad de seguir profundizando en esta línea de investigación, donde la literatura es insuficiente para extraer conclusiones definitivas, con estudios que permitan buscar evidencia para descartar la idea de que la mejora del desem-

peño ambiental a través de la certificación EMAS del SGA va en detrimento de la rentabilidad financiera. Pensamos que este trabajo puede servir para abrir futuras líneas de investigación que analicen las empresas agrícolas con más detalle, las relaciones con otros sectores agrícolas, como ganadería y acuicultura, y que comparen los efectos de las certificaciones ISO 14001 y EMAS. Además, a la vista de los resultados obtenidos, se hace necesario profundizar en la relación de la certificación medioambiental con la internacionalización y los efectos de la crisis, para poder alcanzar evidencia del sentido de esta relación.

Bibliografía

- AENOR (2015). Publicada la nueva ISO 14001, la referencia mundial para la gestión ambiental. Disponible en http://www.aenor.es/Documentos/Comercial/Archivos/NOTAPREN_Tabla_AEN_10066_1.pdf (14 octubre 2015).
- Al-Tuwaijri S, Christensen TE, Hughes HE (2004). The relations among environmental disclosure, environmental performance, and economic performance: a simultaneous equations approach. *Accounting Organizations and Society* 29: 447-471.
- Barr N, Cary J (2000). Influencing improved natural resource management on farms: a guide to understanding factors influencing the adoption of sustainable resource practices. Discussion Paper. Bureau of Rural Sciences. Disponible en <http://nrmonline.nrm.gov.au/downloads/mql:2668/content> (9 marzo 2016).
- Bellesi F, Lehrer D, Tal A (2005). Comparative advantage: the impact of ISO 14001 environmental certification on exports. *Environmental Science & Technology* 39: 1943-1953.
- Boiral O (2001). ISO 14001 Certification in multinational firms: the paradoxes of integration. *Global Focus* 13: 79-94.
- Boiral O (2007). Corporate greening through ISO 14001: a rational myth? *Organization Science* 18: 127-146.
- Bonilla MJ, Avilés C (2008). Analysis of environmental statements issued by EMAS-certified Spanish hotels. *Cornell Hospitality Quarterly* 49: 381-394.
- Bracke R, Verbeke T, Dejonckheere V (2008). What determines the decision to implement EMAS? A European firm level study. *Environmental and Resource Economics* 41: 499-518.
- Bureau Van Dijk (2016). Iberian Balance Sheet Analysis System (SABI). Disponible en <https://sabi.bvdinfo.com/version-201668/home.serv?product=sabineo> (12 de febrero de 2016).
- Cañón J, Garcés C (2006). Repercusión económica de la certificación medioambiental ISO 14001. *Cuadernos de Gestión* 6: 45-62.
- Chow Chua C, Goh M, Boon T (2003). Does ISO 9000 certification improve business performance? *International Journal of Quality & Reliability Management* 20: 936-953 <http://dx.doi.org/10.1108/02656710310493643>
- Cohen MA, Fenn S, Naimon JS (1995). Environmental and financial performance: are they related? Ed. Investor Responsibility Research Center, Environmental Information Service. EE. UU. 27 p.
- Comisión Europea (2014). Reglamento (UE) nº 651/2014 de la Comisión, de 17 de junio de 2014, por el que se declaran determinadas categorías de ayudas compatibles con el mercado interior en aplicación de los artículos 107 y 108 del Tratado. Disponible en <http://www.boe.es/doue/2014/187/L00001-00078.pdf> (17 noviembre 2016).
- Comisión Europea (2015). Statistics and graphs, Disponible en <http://ec.europa.eu/environment/emas/register/> (16 septiembre 2015).
- Corbett CJ, Montes-Sancho M J, Kirsch DA (2005). The financial impact of ISO 9000 certification in the United States: An empirical analysis. *Management science* 51: 1046-1059.
- Dunning JH (1995). Reappraising the Eclectic Paradigm in an Age of Alliance Capitalism. *Journal of International Business Studies* 26: 461-491.
- Gallego-Álvarez I, García-Sánchez IM, Silva C (2014). Climate change and financial performance in times of crisis. *Business Strategy and the Environment* 23: 361-374.

- Glachant M, Schucht S, Bültmann, A, Waetzold F (2002). Companies' participation in EMAS: the influence of the public regulator. *Business Strategy and the Environment* 11: 254-266.
- González-Benito J, González-Benito O (2005). An analysis of the relationship between environmental motivations and ISO14001 certification. *British Journal of Management* 16: 133-148.
- Heras-Saizarbitoria I, Boiral O (2013). ISO 9001 and ISO 14001: towards a research agenda on management system standards. *International Journal of Management Reviews* 15: 47-65.
- Heras-Saizarbitoria I, Boiral O, Arana G (2016). Renewing environmental certification in times of crisis. *Journal of Cleaner Production* 115: 214-223.
- Karaibrahimoglu YZ (2010). Corporate social responsibility in times of financial crisis. *African Journal of Business Management* (4): 382-389.
- Kehbila AG, Ertel J, Brent AC (2009). Strategic corporate environmental management within the South African automotive industry: motivations, benefits, hurdles. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 16: 310-323.
- Kennelly JJ, Lewis EE (2002). Degree of internationalization and corporate environmental performance: is there a link? *International Journal of Management* 19: 478-489.
- Kollman K, Prakash A (2002). EMS-based environmental regimes as club goods: examining variations in firm-level adoption of ISO 14001 and EMAS in U.K., U.S. and Germany. *Policy Sciences* 35: 43-67.
- Lafuente E, Bayo-Moriones A, García-Cestona M (2010). ISO-9000 certification and ownership structure: effects upon firm performance. *British Journal of Management* 21: 649-665.
- Lagodimos AG, Chountalas PT, Chatzi K (2007). The state of ISO 14001 certification in Greece. *Journal of Cleaner Production* 15: 1743-1754.
- Link S, Naveh E (2006). Standardization and discretion: Does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits? *Engineering Management. IEEE. Transactions* 53: 508-519.
- Martínez Costa M, Martínez-Lorente AR (2007). A triple analysis of ISO 9000 effects on company performance. *International Journal of Productivity and Performance Management* 56: 484-499 <http://dx.doi.org/10.1108/17410400710757150>.
- Menguc B, Ozanne LK (2005). Challenges of the 'green imperative': a natural resource-based approach to the environmental orientation-business performance relationship. *Journal of Business Research* 58: 430-438.
- Miras MM (2013). Is CSR in crisis? En: *The Governance of Risk. Developments in Corporate Governance and Responsibility* (Ed. Crowther D y Aras G), pp. 19-32. Emerald Group Publishing Limited.
- Morrow D, Rondinelli D (2002). Adopting corporate environmental management systems: motivations and results of ISO 14001 and EMAS certification. *European Management Journal* 20: 159-171.
- Muhammad N, Scrimgeour F, Reddy K, Abidin S (2015). The relationship between environmental performance and financial performance in periods of growth and contraction: evidence from Australian publicly listed companies. *Journal of Cleaner Production* 102: 324-332.
- Nishitani K (2009). An empirical study of the initial adoption of ISO 14001 in Japanese manufacturing firms. *Ecological Economics* 68: 669-679.
- Pedersen ER (2007). Perceptions of performance: how European organizations experience EMAS registration. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 14: 61-73.
- Quazi HA, Khoo Y, Tan C, Wong P (2001). Motivation for ISO14000 Certification: Development of a Predictive Model. *Omega* 29: 525-542.
- Rokhmawati A, Sathye M, Sathye S (2015). The effect of GHG emission, environmental performance, and social performance on financial performance of listed manufacturing firms in Indonesia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 211: 461-470.

Rugman AM, Verbeke A (1998). Corporate strategies and environmental regulations: an organizing framework. *Strategic Management Journal* 19: 363-375.

Telle K (2006). It pays to be green: a premature conclusion? *Environmental & Resource Economics* 35: 195-220.

Vicente MA, Tamayo U, Izaguirre J (2012). Revisión de la metodología empleada y resultados alcanzados en la investigación sobre actuación medioam-

biental de la empresa y rendimiento económico (1972-2009). *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa* 14: 5-35.

Waddock SA, Graves SB (1997). The corporate social performance-financial performance link. *Strategic Management Journal* 18: 303-319.

(Aceptado para publicación el 20 de marzo de 2017)

PREMIOS DE PRENSA AGRARIA 2017 DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

La Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) acordó en Asamblea General celebrada en mayo de 1983, instaurar un premio anual de Prensa Agraria, con el objetivo de hacer destacar aquel artículo de los publicados en ITEA que reúna las mejores características técnicas, científicas y de valor divulgativo, y que refleje a juicio del jurado, el espíritu fundacional de AIDA de hacer de transmisor de conocimientos hacia el profesional, técnico o empresario agrario. Se concederá un premio, pudiendo quedar desierto.

Los premios se regirán de acuerdo a las siguientes

BASES

1. Podrán concursar todos los artículos que versen sobre cualquier tema técnico-económico-agrario.
2. Los artículos que podrán acceder al premio serán todos aquellos que se publiquen en ITEA en el año 2017. Consecuentemente, los originales deberán ser enviados de acuerdo con las normas de ITEA y aprobados por su Comité de Redacción.
3. El jurado estará constituido por las siguientes personas:
 - a) Presidente de AIDA, que presidirá el jurado.
 - b) Director de la revista ITEA, que actuará de Secretario.
 - c) Director Gerente del CITA (Gobierno de Aragón).
 - d) Director del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza.
 - e) Director de la Estación Experimental de Aula Dei.
 - f) Director del Instituto Pirenaico de Ecología.
4. El premio será anual y tendrá una dotación económica.
5. Las deliberaciones del jurado serán secretas, y su fallo inapelable.
6. El fallo del jurado se dará a conocer en la revista ITEA, y la entrega del premio se realizará con motivo de la celebración de las Jornadas de Estudio de AIDA.

INSCRIPCIÓN EN AIDA

Si desea Vd. pertenecer a la Asociación rellene la ficha de inscripción y envíela a la siguiente dirección:
Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). Avenida Montañana 930, 50059 Zaragoza.

Si elige como forma de pago la domiciliación bancaria adjunte a esta hoja de inscripción el impreso de domiciliación sellado por su banco.

También puede hacer una transferencia a la cuenta de AIDA (CAI, Ag. 2, Zaragoza, nº ES66-2086-0002-12-3300254819) por el importe de la cuota anual. En ese caso, adjunte un comprobante de la transferencia.

Apellidos:		Nombre:	
NIF:			
Dirección Postal:			
Teléfono:		Fax:	e-mail:
Empresa:			
Área en que desarrolla su actividad profesional:			
En _____, a ___ de _____ de 20__			
Firma:			

FORMA DE PAGO (CUOTA ANUAL: 42 EUROS)

<input type="checkbox"/>	Cargo a cuenta corriente (rellenar la domiciliación bancaria)
<input type="checkbox"/>	Transferencia a la cuenta de AIDA ES66-2086-0002-12-3300254819 (adjuntar comprobante)

DOMICILIACION BANCARIA

Sr. Director del Banco/Caja			
Muy Sr. mío,			
Ruego a Vd. se sirva adeudar en la siguiente cuenta corriente (IBAN: 24 caracteres)			
que mantengo en esa oficina, el recibo anual que será presentado por la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA) .			
Atentamente,			
En _____, a ___ de _____ de 20__		Sello de la Entidad:	
Firmado:			

NORMAS PARA LOS AUTORES (actualizado enero 2017)

La revista ITEA es una publicación internacional indexada en las bases de datos de revistas científicas. La revista se publica en español en 4 números (marzo, junio, septiembre y diciembre) por año. De acuerdo con los fines de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA), ITEA publica artículos que hagan referencia a la Producción Vegetal, Producción Animal y Economía Agroalimentaria. Se aceptan contribuciones en formato de nota técnica, artículo de revisión o artículo de investigación. El envío de un artículo implicará que el mismo no haya sido publicado o enviado para publicar en cualquier otro medio de difusión o idioma y que todos los coautores aprueben dicha publicación. Los derechos sobre todos los artículos o ilustraciones publicados serán propiedad de ITEA, que deberá recibir por escrito la cesión o copyright, una vez aceptado el artículo. La publicación de un artículo en ITEA no implica responsabilidad o acuerdo de ésta con lo expuesto, significando solamente que el Comité de Redacción lo considera de suficiente interés para ser publicado.

1. Envío de manuscritos y evaluación

Los manuscritos originales, en español, se enviarán a través de la página web de AIDA (<http://www.aida-itea.org/index.php/revista/revista-envio>). Para ello, los autores deberán registrarse en la aplicación, y seguir las indicaciones pertinentes. El manuscrito se enviará como un único documento Word, incluyendo las tablas y figuras al final del mismo. Los autores deberán incluir en archivo independiente una carta de presentación en la que figure el título, los autores y un listado con 4 potenciales revisores (nombre completo, dirección postal y correo electrónico), que no deberán estar en conflicto de intereses con los autores o el contenido de manuscrito, en cuyo caso el Comité Editorial podrá negarse a colaborar con dichos revisores.

Los manuscritos que no cumplan las normas para autores serán devueltos para su rectificación. El editor correspondiente remitirá el manuscrito a como mínimo 2 revisores que conocerán la identidad de los autores, no así al contrario. Una vez aceptados por el editor, los manuscritos serán revisados por el editor técnico.

Los autores deberán modificar el manuscrito teniendo en cuenta las modificaciones sugeridas por los editores y revisores. La decisión final se comunicará a los autores, que, en caso de solicitarse, deberán modificar el artículo en el plazo de 3 meses desde su comunicación, antes de que sea aceptado definitivamente. Los autores deberán enviar el manuscrito corregido indicando los cambios realizados (por ejemplo, con la función de control de cambios activada), y deberán adjuntar una carta de respuesta a los evaluadores y editores con los cambios realizados. En caso de desacuerdo, los autores deberán justificar al editor debidamente su opinión. Una vez recibidas las pruebas de imprenta del manuscrito, los autores deberán devolver dicho manuscrito corregido en el plazo de 1 semana. Si el editor no recibe una

respuesta por parte de los autores tras 6 meses el artículo será rechazado.

2. Tipos de manuscritos

En la revista ITEA se contemplan tres tipos de manuscritos. Los autores deberán expresar qué tipo de formato han escogido:

– **Los artículos de investigación** tendrán una extensión máxima de 30 páginas con el formato indicado en el siguiente punto. Los apartados de los que constarán son: Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión (o bien, Resultados y Discusión de forma conjunta), Conclusiones y Referencias bibliográficas (ver especificaciones en los siguientes apartados), tablas y figuras.

– **Las notas técnicas**, referidas a trabajos experimentales de extensión reducida, no excederán de 2000 palabras, incluidas Tablas y/o Figuras.

– **Las revisiones bibliográficas** serán una evaluación crítica de una temática que exponga los resultados de otros trabajos, el estado actual de los conocimientos en esa temática y tratará de identificar nuevas conclusiones y áreas de investigación futuras. La extensión máxima será de 30 páginas. Los apartados de una revisión serán: Introducción, los apartados que consideren oportunos los autores y finalizarán con Conclusiones y Referencias bibliográficas (máx. 80), tablas y figuras si los autores lo consideran oportuno.

3. Preparación del manuscrito

Todos los manuscritos se presentarán en hojas de tamaño DIN A4 con márgenes de 2,5 cm y numeración de líneas continua. Se utilizará interlineado doble, fuente Times New Roman tamaño 12 (también en tablas y figuras). Las referencias bibliográficas, tablas y figuras se presentarán al final del documento en hojas separadas (una hoja por tabla y/o figura).

Todos los manuscritos incluirán, en la primera página:

Título: será lo más conciso posible. No incluirá abreviaturas ni fórmulas químicas (excepto símbolos químicos para indicar isótopos). El formato del título será en negrita y formato tipo oración.

Apellido de los autores, precedido de las iniciales del nombre, e indicando con un asterisco el autor para correspondencia. Los autores penúltimo y último irán separados por una "y". En caso de que pertenezcan a distintas instituciones, señalar a cada autor con números superíndices diferentes. Si un autor desea aparecer con dos apellidos, éstos deberán unirse con un guión.

Dirección postal profesional de los autores. Si se desea indicar la dirección actual, deberá escribirse con una letra minúscula como superíndice.

Correo electrónico del autor a quien se va a dirigir la correspondencia.

Ejemplo:

Alternativas al penoxsulam para control de *Echinochloa* spp. y ciperáceas en cultivo de arroz en el nordeste de España

G. Pardo^{1*}, A. Marí¹, S. Fernández-Cavada², C. García-Floria³, S. Hernández⁴, C. Zaragoza¹ y A. Cirujeda¹

*autor para correspondencia: gpardos@aragon.es

El manuscrito incluirá a continuación:

Resumen, que deberá tener un máximo de 250 palabras, e incluirá brevemente los objetivos del trabajo, la metodología empleada, los resultados más relevantes y las conclusiones. Se evitará el uso de abreviaturas.

Palabras clave, un máximo de 6, evitando las ya incluidas en el título.

En inglés: Título del artículo, Resumen, Palabras clave

4. Apartados del manuscrito

El formato de títulos de los apartados será en negrita, el del primer sub-apartado en negrita y cursiva, y el siguiente nivel en cursiva.

- **Introducción:** deberá explicar la finalidad del artículo. El tema se expondrá de la manera más concisa posible, indicando al final los objetivos del trabajo.
- **Material y métodos:** deberá aportar la información necesaria que permita la réplica del trabajo, incluyendo el nombre del fabricante de productos o infraestructuras utilizadas. Los manuscritos deberán incluir una descripción clara y concisa del diseño experimental y de los análisis estadísticos realizados. Se indicará el número de individuos/muestras, valores medios y medidas de variabilidad iniciales.
- **Resultados:** los resultados se presentarán en Tablas y Figuras siempre que sea posible. No se repetirá en el texto la información recogida en las Figuras y Tablas. Se recomienda presentar el valor de significación para que el lector pueda disponer de información más detallada. Puede redactarse de forma conjunta con el apartado de discusión.
- **Discusión:** deberá interpretar los resultados obtenidos, teniendo en cuenta además otros trabajos publicados. Se recomienda utilizar un máximo de 4 referencias para apoyar una afirmación en la discusión, exceptuando en las revisiones.
- **Conclusiones:** a las que se han llegado, así como las posibles implicaciones prácticas que de ellas puedan derivarse (aproximadamente 200 palabras).
- **Agradecimientos:** deberá mencionarse el apoyo prestado por personas, asociaciones, instituciones y/o fuentes de financiación del trabajo realizado.

- **Referencias bibliográficas:** sólo se citarán aquellas referencias relacionadas con el trabajo o que contribuyan a la comprensión del texto. Como máximo se podrán utilizar 40 citas en los artículos de investigación, y 80 en las revisiones bibliográficas. En el manuscrito, se mantendrá el orden cronológico en caso de citar varios autores. Las **citas en el texto** deben hacerse siguiendo los siguientes ejemplos:

*un autor (Padilla, 1974)

*dos autores (Vallace y Raleigh, 1967)

*más de 3 autores: (Vergara *et al.*, 1994)

*mismos autores con varios trabajos (Martín *et al.*, 1971 y 1979)

*autores con trabajos del mismo año: Prache *et al.* (2009a,b)

*Si la cita forma parte del texto: "como indicaban Gómez *et al.* (1969)"

*Leyes y reglamentos: (BOE, 2005) o BOE(2005) si forma parte del texto

Los nombres de entidades u organismos que figuren como autores, por ejemplo Dirección General de la Producción Agraria (DGPA), deberán citarse completos en el texto la primera vez.

Al final del trabajo se referenciarán en orden alfabético, por autor, todas las citas utilizadas en el texto. Se podrán citar trabajos "en prensa", siempre que hayan sido aceptados para su publicación. En casos excepcionales, se aceptarán menciones como "Comunicación personal" o "Resultados no publicados", aunque no constarán entre las referencias bibliográficas. Se indican a continuación ejemplos de **referencias bibliográficas:**

Artículo

Blanc F, Bocquier F, Agabriel J, D'Hour P, Chilliard Y (2006). Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research* 55: 489-510.

Capítulo de libro

Verlander JW (2003). Renal physiology. En: *Textbook of Veterinary Physiology* (Ed. Cunningham JG), pp. 430-467. W.B. the Saunders Company, an Elsevier imprint.

Libro

AOAC (1999). *Official Methods of Analysis*, 16th. Ed. AOAC International, MD, EE. UU. 1141 pp.

Acta de congreso

Misztal I (2013). Present and future of genomic selection at the commercial level. *Book of Abstracts of the 64th Annual Meeting of the EAAP*, 20-30 de agosto, Nantes, Francia, pp. 100.

Fuente electrónica

FAOSTAT (2011). Food and Agriculture Organization statistical database. Disponible en:
<http://faostat.fao.org/default.aspx>
(Consultado: 30 enero 2012).

Documento oficial

MARM (2009). Anuario de estadística agroalimentaria y pesquera 2007. Subsecretaría General Técnica, Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y Marino, 937 pp.

Leyes / Reglamentos

BOE (2005). Real Decreto 368/2005, de 8 de abril, por el que se regula el control oficial del rendimiento lechero para la evaluación genética en las especies bovina, ovina y caprina. Boletín Oficial del Estado, núm. 97, de 23 de abril de 2005, pp. 13918-13937

En aquellas referencias que se hallan consultado electrónicamente o dispongan de DOI, añadir al final "Disponible en:" y la URL donde se haya consultado.

En <http://www.aida-itea.org/> está disponible el fichero de estilo de endnote ITEA.ens URL: <http://www.aida-itea.org/images/files/ITEA.ens.zip> para su descarga.

- **Tablas y Figuras:** su número se reducirá al mínimo necesario, y los datos no deberán ser presentados al mismo tiempo en forma de tabla y de figura. Se recomienda un tamaño de 8 o 16 cm. Las tablas y figuras llevarán numeración diferente y deberán estar citadas en el texto. Sus encabezamientos deberán redactarse de modo que el sentido de la ilustración pueda comprenderse sin necesidad de acudir al texto. Los encabezamientos y pies de figuras deberán aparecer en español e inglés (en cursiva).

Para el diseño de las tablas sólo se usarán filas y columnas, no se usarán tabulaciones ni saltos de línea. No se utilizarán líneas verticales entre columnas ni horizontales entre filas. Sólo se separarán con líneas horizontales los títulos.

Ejemplo de tabla:

Tabla 3. Tarjetas de productos hipotéticos expuestos a los encuestados

Table 3. Hypothetical products cards shown to those surveyed

Nº Tarjeta	Precio €/kg	Tipo de carne	Origen	Sistema
1	22	Lechal	Nacional	Convencional
2	22	Cebo	Extranjero	Ecológico
3	18	Lechal	CLM	Ecológico
4	18	Ternasco	Extranjero	Convencional

Fuente: Diaz *et al.* (2013)

Las figuras se presentarán con la mayor calidad posible. Se podrán presentar en blanco y negro o en color. Los dibujos, gráficos, mapas y fotografías se incluirán como figuras. Para mayor claridad se recomienda el uso, en primer lugar, de líneas continuas; en segundo lugar, de puntos; y en último lugar, de rayas. Se recomienda el uso de símbolos □, ■, ○, ●, △, ▲, ◇, ◆, +, y ×. No utilizar líneas de división horizontales en el gráfico. Incluir barras de error cuando no entorpezcan la interpretación de la figura. En los ejes figurarán las unidades de las medidas referidas (entre paréntesis o separadas por coma). El número de la figura y su leyenda se indicarán en la parte inferior de la misma. Si las figuras se confeccionan con un programa distinto de los del paquete Office deberán ser de una calidad de 300 píxeles por pulgada o superior o escalable. Se enviarán las fotografías por separado como archivos de imagen (jpg, tiff o similar) con una resolución final de al menos 300 píxeles por pulgada.5.

5. Normas de estilo

- Se aplicará el Sistema Internacional de Unidades.
- Los decimales se indicarán en español con una coma (,) y en inglés con un punto (.).
- Las abreviaturas se definirán la primera vez que se citen en el texto.
- Las frases no podrán comenzar con una abreviatura o un número.
- Los nombres de hormonas o productos químicos comenzarán con minúsculas (sulfato de metilo, en vez de Sulfato de Metilo).
- Las fórmulas químicas se nombrarán según las normas IUPAC (p. ej. H₂SO₄ en vez de SO₄H₂) y los nombres comerciales comenzarán con mayúscula (p.ej. Foligón). En el caso de iones, debe indicarse el signo (p. ej. NO₃⁻, SO₄²⁻)
- Los nombres científicos de organismos vivos (botánicos, microbiológicos o zoológicos) deberán incluir en su primera cita la denominación completa de género, especie y del autor. En siguientes apariciones se abreviará el género con la inicial del mismo y se mantendrá el nombre de la especie. Ejemplo: *Papaver rhoeas* L. y posteriormente, *P. rhoeas*.
- Los nombres latinos de géneros, especies y variedades se indicarán en cursiva y los nombres de cultivos entre comillas simples (p. ej. 'Sugar Baby').
- Las llamadas en nota a pie de página o cuadro deberán ser las menos posibles y, en todo caso, se indicarán mediante números correlativos entre paréntesis (p. ej. (1), (2), evitando el uso de asteriscos, letras o cualquier otro signo).
- Los niveles de significación estadística no necesitan explicación (* = P<0,05; ** = P<0,01; ***= P<0,001; NS = no significativo).

Volumen 113

Número 3

Septiembre 2017

itea información técnica económica agraria
www.aida-itea.org

REVISTA DE LA ASOCIACIÓN INTERPROFESIONAL PARA EL DESARROLLO AGRARIO

